

**Software pre prehrávanie video  
streamu na mobilnom zariadení**  
**Software for playing video stream  
on portable equipment**

Súhlasím so zverejnením tejto diplomovej práce podľa požiadavkov čl. 26, odst. 9 *Študijného a skúšobného radu pre štúdium v magisterských programoch VŠB-TU Ostrava*.

V Ostrave 7. mája 2010

.....

Prehlasujem, že som túto diplomovú prácu vypracoval samostatne a uviedol som všetky literárne pramene a publikácie, z ktorých som čerpal.

V Ostrave 7. mája 2010

.....

„Na tomto mieste by som rád poďakoval rodine za podporu pri štúdiu a vedúcemu diplomovej práce Ing. Marianovi Mindekovi, ktorý mi poskytoval odbornú pomoc pri spracovávaní tejto diplomovej práce.“

## **Abstrakt**

Cieľom tejto diplomovej práce je vytvoriť software pre prehrávanie audio-video streamu z IP kamier rôzneho typu na prenosných zariadeniach typu PDA alebo smartphdone. Práca, si za hlavný cieľ kladie analyzovať rozhrania IP kamier a poskytovaného streamu, analyzovať problém prenosu dat na stranu klienta v závislosti na rýchlosti pripojenia, prezkúmať možnosti ukladania prijatého streamu, analyzovať možnosti ovládania špeciálnych funkcií kamier, ako je pohyb, priblíženie, a pod., prezkúmať možnosti zobrazovania streamu z viacero IP kamier a v závere implementovať a otestovať výslednú aplikáciu.

**Klíčová slova:** IP kamera, stream, audio, video

## **Abstract**

The objective of this thesis is software development for playing audio-video stream from different types of IP cameras applicable for portable equipment like PDA or smartphone. The main goals are analysis of IP cameras interfaces and analysis of data transfer difficulties on the part of client with regard to connection speeds. Besides it is necessary to check up possibilities of received stream saving as well as managing of special cameras functions, such as move or zoom. Visual display stream from multiple IP cameras is the same important part to review as the previous analyses. The final conclusion of the thesis is implementation and testing of whole application.

**Keywords:** IP camera, stream, audio, video

## Zoznam použitých skratiek a symbolov

JPEG	– Joint Photographic Experts Group
MJPEG	– Motion Joint Photographic Experts Group
MPEG	– Moving Picture Experts Group
MP3	– Moving Picture Experts Group layer 3
WMA	– Windows Media Audio
WMV	– Windows Media Video
AAC	– Advanced Audio Coding
DCT	– Discrete Cosine Transformation
FLAC	– Free Lossless Audio Codec
GPL	– General Public License
RGB	– Red Green Blue
GMC	– Global motion compensation
CIF	– Common Intermediate Format
VHS	– Video Home System
PAL	– Phase Alternation Line
NTSC	– National Television Standards Comitee
SECAM	– System Electronique Couleur Avec Memorie
UHD	– Ultra High Definition
DVD	– Digital Video Disc
SDTV	– Standard-Definition TV
HDTV	– High-Definition TV
AVI	– Audio Video Interleave
ASF	– Advanced Systems Format
DVB	– Digital Video Broadcasting
MOV	– QuickTime Movie
AMR	– Adaptive Multi-Rate
EBML	– Extensible Binary Meta Language
RMF	– Real Media Format
XML	– Extensible Markup Language
ISDN	– Integrated Services Digital Network
BRI	– Basic Rate Interface
PRI	– Primary Rate Interface
GSM	– Global System for Mobile Communications
GPRS	– General Packet Radio Service
EDGE	– Enhanced Data rates for GSM Evolution
CDMA	– Code Division Multiple Access
WLL	– Wireless Local Loop
HSCSD	– High Speed Circuit Switched Data

UMTS	– Universal Mobile Telecommunications System
DSL	– Digital Subscriber Line
ADSL	– Asymmetric Digital Subscriber Line
VDSL	– Very High Speed Digital Subscriber Line
HDSL	– High bit-rate Digital Subscriber Line
SDSL	– Symmetric Digital Subscriber Line
VCR	– Video Cassette Recording
SDK	– Software Development Kit
USB	– Universal Serial Bus
DVR	– Digital Video Recorder
CCTV	– Closed Circuit Television
PTZ	– Pan Tilt Zoom
DSP	– Digital Signal Processing
CPU	– Central Processing Unit
PAN	– Personal Area Network
LAN	– Local Area Network
MAN	– Metropolitan Area Network
WAN	– Wide Area Network
OSI	– Open Systems Interconnection
IP	– Internet Protocol
MAC	– Media Access Control
PPPoE	– Point To Point Over Ethernet
DNS	– Domain Name System
DHCP	– Dynamic Host Configuration Protocol
FTP	– File Transfer Protocol
SMTP	– Send Mail Transfer Protocol
IGMP	– Internet Group Management Protocol
TCP	– Transmission Control Protocol
UDP	– User Datagram Protocol
UPnP	– Universal Plug and Play
HTTP	– Hyper Text Transfer Protocol
HTTPS	– Hypertext Transfer Protocol Secure Socket Layer
RTP	– Real Time Transport Protocol
RTCP	– RTP Control Protocol
RTSP	– RealTime Streaming Protocol
WiFi	– Wireless Fidelity
PDA	– Personal Digital Assistant
API	– Application Programming Interface

## Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Teoretické základy audiovizuálnej techniky</b>	<b>2</b>
2.1	Vlastnosti ľudského oka . . . . .	2
2.2	Vlastnosti ľudského ucha . . . . .	3
2.3	Kompresia . . . . .	4
2.4	Kompresia zvuku . . . . .	4
2.5	Kompresia obrazu . . . . .	5
2.6	Multimediálny kontajner . . . . .	8
2.7	TV Normy . . . . .	10
2.8	Zhrnutie pojmov . . . . .	11
<b>3</b>	<b>Streaming</b>	<b>12</b>
3.1	Čo je to streaming? . . . . .	12
3.2	Prenosové média . . . . .	12
3.3	Počítačové siete . . . . .	14
3.4	Model ISO/OSI . . . . .	16
3.5	Intranet . . . . .	16
3.6	Internet . . . . .	17
3.7	Prehľad typu pripojenia k internetu . . . . .	17
3.8	Zhrnutie pojmov . . . . .	21
<b>4</b>	<b>Kamerový systém</b>	<b>22</b>
4.1	Analógový kamerový systém . . . . .	22
4.2	Hybridný kamerový systém . . . . .	23
4.3	IP kamerový systém (digitálny) . . . . .	24
4.4	Komunikačné rozhrania . . . . .	27
4.5	Ethernet . . . . .	27
4.6	Bezdrôtové technológie . . . . .	29
4.7	Sériové rozhranie . . . . .	30
4.8	Zhrnutie pojmov . . . . .	31
<b>5</b>	<b>Mobilné zariadenia</b>	<b>32</b>
5.1	Špecifikácia mobilných zariadení . . . . .	32
5.2	Operačné systémy . . . . .	32
5.3	HTC MDA Touch (T-Mobile) . . . . .	33
5.4	Vývojové programovacie prostriedky . . . . .	34
<b>6</b>	<b>Špecifikácia požiadavkov</b>	<b>36</b>
6.1	Obecná charakteristika software . . . . .	36
6.2	Požiadavky kladené na software . . . . .	37
6.3	Požiadavky na použité technológie . . . . .	38
6.4	Užívateľské rozhranie . . . . .	38

---

<b>7</b>	<b>Analýza a návrh softwarového systému</b>	<b>39</b>
7.1	Konceptuálny datový model . . . . .	39
7.2	Architektúra systému . . . . .	40
7.3	Analýza prípadu užitia . . . . .	41
<b>8</b>	<b>Implementácia</b>	<b>43</b>
8.1	Implementácia pomocou vlákien . . . . .	43
8.2	Logika JPEG streamu . . . . .	43
8.3	Logika MJPEG streamu . . . . .	44
8.4	Ovládanie PTZ kamery . . . . .	45
8.5	Ukládanie video streamu . . . . .	46
8.6	Implementované triedy vo Visual Studio 2008 Pro . . . . .	46
<b>9</b>	<b>Testovanie</b>	<b>48</b>
<b>10</b>	<b>Záver</b>	<b>50</b>
<b>11</b>	<b>Literatúra</b>	<b>51</b>
	<b>Prílohy</b>	<b>51</b>
<b>A</b>	<b>Prílohy</b>	<b>52</b>
A.1	Príloha CD . . . . .	52
A.2	Užívateľská dokumentácia . . . . .	52
A.3	Programátorská dokumentácia . . . . .	52
A.4	Technická dokumentácia pre kamery značky Axis . . . . .	52
A.5	Rozšírený prehľad kompresných algoritmov a sieťových protokolov . . . . .	52



---

## Zoznam tabuliek

3.1	ISO/OSI Model . . . . .	17
5.1	HTC MDA Touch (T-Mobile) . . . . .	33
9.1	Testovanie aplikácie . . . . .	48

## Zoznam obrázkov

2.1	Ľudské oko . . . . .	3
2.2	Kompresia JPEG obrázku . . . . .	6
2.3	Sekvencia snímok Motion JPEG . . . . .	6
2.4	Sekvencia snímok MPEG-4 . . . . .	7
3.1	Rozdelenie prenosových médií . . . . .	13
3.2	UTP . . . . .	13
3.3	STP, FTP . . . . .	13
3.4	RJ-45 . . . . .	13
3.5	Koaxiálny kábel . . . . .	14
3.6	Konektory . . . . .	14
3.7	Optické káble . . . . .	14
3.8	Optické vlákno . . . . .	14
3.9	Klient-Server . . . . .	15
3.10	Peer-to-Peer . . . . .	15
3.11	Zbernicová . . . . .	16
3.12	Hviezdicová . . . . .	16
3.13	Prstencová . . . . .	16
4.1	Analógový kamerový systém . . . . .	22
4.2	VCR rekordér . . . . .	23
4.3	Video server . . . . .	23
4.4	DVR rekordér . . . . .	23
4.5	Hybridný kamerový systém . . . . .	24
4.6	IP kamerový systém . . . . .	25
4.7	Kamera . . . . .	26
4.8	Kryt . . . . .	26
4.9	Polohovacie hlavice . . . . .	26
4.10	Bloková schéma IP kamery . . . . .	27
4.11	Komunikačné rozhrania IP kamier . . . . .	31
5.1	HTC MDA Touch (T-Mobile) . . . . .	33
6.1	Obečný pohľad na aplikáciu . . . . .	36
6.2	Prípad použitia aplikácie . . . . .	37
7.1	Konceptuálny datový model . . . . .	39
7.2	Architektúra systému . . . . .	40
7.3	Prípad použitia prehrávania video streamu . . . . .	41
7.4	Diagram aktivít prehrávania video streamu . . . . .	42
8.1	Triedny diagram . . . . .	47
9.1	HTC MDA Touch . . . . .	48
9.2	JPEG stream . . . . .	48
9.3	Rotate fullscreen . . . . .	48
9.4	HTC TyNT . . . . .	49
9.5	MJPEG stream . . . . .	49
9.6	Rotate fullscreen . . . . .	49

9.7	HTC Vario . . . . .	49
9.8	MJPEG stream . . . . .	49
9.9	Rotate fullscreen . . . . .	49

## **Zoznam výpisů zdrojového kódu**

## 1 Úvod

Moderný svet, doba počítačov a stále sa rozvíjajúce technológie nútia človeka nahradzovať v procese myslenia informačné technológie vo všetkých odvetviach ľudskej činnosti. Stále prepracovanejšie a dokonalejšie technológie a zvyšujúci sa výpočtový výkon otvárajú každým započatým dňom nové možnosti pre riešenie problémov, na ktoré mnohokrát ľudský faktor nestačí alebo celkovo zkrachuje.

K snahe človeka byť mobilný prispieva i technický pokrok mobilných technológií, ktoré minimalizujú štandardné technické potreby neodmysliteľné pre náš každodenný život.

Nielen mobilné technológie, ale i kamerové systémy zaznamenávajú veľký rozmach vďaka internetu, pomocou ktorého dokážeme sledovať obraz z kamery na druhom konci sveta. Nasadzujeme ich všade tam, kde je potreba ostrahy a nepretržitého monitorovania pohybu osôb, automobilov alebo materiálov. Jedná sa predovšetkým o skladové priestory, výrobné procesy, čerpacie stanice, priemyselné haly, súkromné objekty či verejné priestranstvá. Kamerové systémy začleňujeme do integrovaných systémov komplexnej ochrany informácií a majetku.

Hlavným trendom v oblasti kamerových systémov je prechod k plne digitalizovanému systému, ktorý zvyšuje jeho využiteľnosť a variabilitu. Digitalizácia prispela k pokroku spracovávaní a tvorbe digitálneho obrazu, ktorý nesie veľký prúd informácií od reklamných prvkov, veľkoplošných obrazoviek cez projektory, kamery či fotoaparáty. Vďaka prechodu od analogových a prechodových hybridných kamerových systémov nám digitálna forma dát umožňuje sledovať video v televízií, online po internete či offline z nosiča alebo v mobilných zariadeniach.

Táto diplomová práca sa zaoberá vývojom softwaru pre mobilné zariadenia typu PDA a smartphone, ktorý bude slúžiť pre prístup k streamovému videu pochádzajúceho z kamerových systémov rôzneho druhu. Súčasťou textu sú postupne spracovávané body diplomovej práce, ktoré vyplývajú zo zadania. Postupne je spracovaná analýza rozhraní IP kamier pre prístup k streamovému videu, problém prenosu dát na stranu mobilného klienta, ukladanie video streamu či ovládanie špeciálnych funkcií kamerových systémov.

## 2 Teoretické základy audiovizuálnej techniky

Za najdôležitejšie zmysly nášho organizmu považujeme **zrak** a **sluch**, ktoré súčasne s **hmatom** umožňujú základnú orientáciu človeka v priestore a čase. Preto definujem „**zmyslové vnímanie** ako prijímanie a uvedomovanie si nových informácií z okolného prostredia organizmu“. Zrakový orgán spoločne so sluchovým orgánom tvoria neodmysliteľnú súčasť človeka pre vnímanie obrazových a zvukových informácií v každodennom živote. Avšak aj tieto zmysly sú v istej miere zastupiteľné a dá sa bez nich žiť. Pochopením ich konštrukcie a vlastností si dokážeme lepšie predstaviť proces pre snímanie reality okolného sveta audiovizuálnou technikou.

**Audiovizuálnu techniku** môžeme v oblasti informačných a komunikačných technológií definovať ako skupinu všetkých elektronických zariadení, ktoré dokážu súčasne prezenovať zvuk aj obraz. Táto technika nieje určená len k projekcii, ale aj k spracovaniu a vytváraníu audiovizuálnych materiálov. Takýmto prostriedkom je napríklad kamera, fotoaparát a mobilný telefón vybavený kamerou.

**Multimédia** sú charakteristické spojením audiovizuálnych technických prostriedkov v kombinácii textových, obrazových, zvukových, animovaných alebo filmových dát spolu s počítačmi a ďalšími zariadeniami. Za multimediálny systém považujeme súhrn technických prostriedkov, ako je osobný počítač, smartphone, televízia, mediálne centrum, ale aj zvuková karta, grafická karta, kamera, mechanika CD/DVD-ROM, príslušný software a iné.

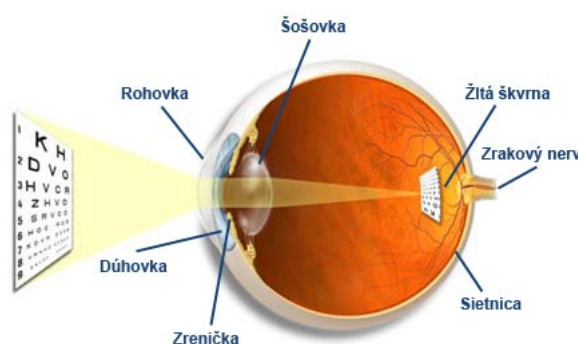
### 2.1 Vlastnosti ľudského oka

Ľudské oko je párový orgán a zároveň najdôležitejší a najzložitejší orgán zmyslového vnímania. V postate sa jedná o primitívnu optickú sústavu, tvorenú šošovkou s premenlivou ohniskovou vzdialenosťou a sietnicou. Oko nedodáva jednoznačný obraz, ale je spojený zrakovým nervom s mozgom, ktorému dodáva informácie v podobe impulzov. Prechod obrazu, až po analýzu mozgom nie je okamžitý, ale má oneskorenie udávané približne 20ms, ktoré môže byť individuálne. To znamená, že sa obrazce menia rýchlosťou väčšou než 50Hz, čo človek vníma ako spojitý obraz. Na tomto princípe je založená obrazovka televízie a video, ktoré využívajú nedokonalosti ľudského oka. Človek má zrak prispôbosený pre vnímanie vlnových dĺžok od 400 do 750 nm (modrofialová - červená). [2]

Medzi základné vlastnosti ľudského oka využívané aj v televíznej technike patria:

- **zorné pole** – časť priestoru ohraničeného vertikálne aj horizontálne
- **rozlišovacia schopnosť** – schopnosť oka zhodnotiť jas odlišných detailov
- **zraková ostrosť** – schopnosť rozoznať blízke detaily v závislosti na pozadí
- **rýchlosť vnímania** – zotrvačnosť oka
- **priestorové videnie** – je individuálny mechanizmus binokulárneho videnia.

- **obhľadové pole** – priestor, ktorý môže pozorovateľ zobraziť zapojením očných svalov a pohybu hlavy
- **adaptácia oka** – schopnosť prispôbenia sa intenzitám osvetlenia
- **akomodácia oka** – schopnosť ostro zobraziť blízke predmety na sietnici
- **vnímanie farieb**



Obr. 2.1: Ľudské oko

## 2.2 Vlastnosti ľudského ucha

Zvukové podnety, respektíve sluch je druhým z najdôležitejších zmyslov pre vnímanie okolitého sveta. Samotný sluchový orgán je výnimočný a jedinečný, pretože doposiaľ nepoznáme všetky jeho princípy alebo neboli dostatočne vysvetlené. Citlivosť ucha nie je pre všetky frekvencie konštantná. Pre upresnenie, ucho dokáže detekovať zvukový signál o vlnovej dĺžke v rozpätí od 20 Hz až do 20kHz. Je to ovplyvnené stavbou vnútorného a vonkajšieho ucha. Teda ľudské ucho môžeme považovať za nízko-frekvenčný príjmač.

Prahová citlivosť ucha je 0dB pri frekvencií asi 1 kHz. Táto hodnota je označovaná ako nulová hladina hlasitosti. Pri tejto prahovej intenzite zvuku sú amplitúdy pohybu ušného bubienku rádovo rovné priemeru atómu. Kmitočty membrány vykazujú rovnaké amplitúdy. Z hľadiska súčasných vedomostí je to mechanizmus, ktorý vyvoláva malé výchylky v nervových zakončeníach, ktoré sú ťažko vysvetliteľné.[2]

Fyziologické vlastnosti ľudského ucha sú:

- **výška zvuku** - je priamoúmerná frekvencií, čím vyššia tým je výška vyššia
- **farba zvuku** - je určená počtom harmonických tónov v jednom zloženom tóne
- **hlasitosť zvuku** - je určená veľkosťou akustického tlaku

- **intenzita zvuku** - je dopadajúca zvuková energia na jednotku plochy za jednotku času udávaná v decibeloch
- **frekvenčný rozsah** - udávaný 20Hz - 20kHz, z ktorého je najvýznamnejší pre zrozumiteľnosť reči 2 kHz až 4 kHz
- **dynamický rozsah** - je rozdiel medzi najtichším a najhlasnejším vnímaným zvukom (120 dB)
- **rozlišovacia frekvencia** - schopnosť rozlíšiť frekvencie tónov
- **frekvenčné maskovanie** - schopnosť rozlíšiť dva blízke frekvenčné tóny. Maskovanie sa využíva pri kompresii napr. mp3, ogg, atď.
- **časové maskovanie** - potlačenie vnímania rovnakých tónov s rozdielnou hlasitosťou

## 2.3 Kompresia

Kompresia dat (tiež komprimácia) je v digitálnom svete neodmysliteľným procesom pri uchovávaní alebo transporte dát, vzhľadom k veľkým kapacitným nárokom ich nekomprimovaného tvaru. Definujem ju, ako **metódu reprezentujúcu efektívnu interpretáciu zdrojového signálu v digitálnom tvare**. Teda kompresia sa netýka len statickej digitálnej fotografie, ale väčším problémom je pohyblivý obraz, video a zvuk. Obecne sa snažíme znížiť veľkosť datových súborov, akými sú video, audio, obrázky, texty a iné, ktoré potrebujeme uložiť na vybrané médium alebo preniesť cez datovú sieť v správnom formáte. Preto potrebujeme vybrať správny nástroj, software, pre vykonanie kompresie a dekompresie nazývaný kodek. [3] Kodeky popisujem v nasledujúcich podkapitolách.

Kompresiu rozdeľujeme na **bezstrátovú** a **strátovú**.

- **bezstrátová kompresia** - zvyčajne nie je natoľko účinná ako pri strátových algoritmoch, ale veľkou výhodou je, že komprimované data je možné rekonštruovať do pôvodného stavu. Využíva sa najmä pri prenášaní počítačových dát, výsledkou meraní, textu, jednoducho všade tam, kde strata jedinej informácie spôsobí poškodenie súboru (rar, zip, 7z).
- **strátová kompresia** - stráca nenávratne niektoré informácie, ktoré nie sú potrebné a preto nie je možná ich spätná rekonštrukcia. Používa sa pre kompresiu obrazu a zvuku, pretože pri ich vnímaní si človek nevšimne chýbajúcich dát. Kompresný pomer činí až 30:1 bez spozorovania zmien vo výsledku, ale je možnosť dosiahnuť i vyšších pomerov napr. 200:1, kde je strata informácie viditeľná (jpeg, mpeg, mp3, wma, aac).

## 2.4 Kompresia zvuku

Zvukové kompresné algoritmy rozdeľujeme na dve hlavné skupiny a to bezstrátové a strátové. V nasledujúcej časti uvediem základné vlastnosti a charakteristické rysy používaných zvukových kodekov súvisiacich s diplomovou prácou. Rozšírený prehľad zvukových kodekov je v prílohach.



### 2.4.1 AAC (Advanced Audio Coding)

Tento stratový kodek bol navrhnutý ako logický nástupca populárneho MP3 na stredných až vyšších bitratech štandardizovaných v MPEG-2 i MPEG-4. Preto nie je voľne šíriteľný a na jeho vývoji sa podieľali firmy Dolby Labs, Bell Labs, Sony, Nokia a Fraunhoferov inštitút. Existuje v mnohých modifikáciach enkodérov líšiacich sa najviac zvukovou kvalitou (napr. FAAC, ACC Plus či ACC). V súčasnosti je považovaný za najvyspelejší kodek budúcnosti. Používaný a podporovaný celou radou zariadení od firmy Apple (iPhone, iPod), PlayStation od Sony, niektorými telefónmi Nokia, hernou konzolou Wii atď. [3]

## 2.5 Kompresia obrazu

Obrazové kompresné algoritmy taktiež ako zvukové delíme na bezstrátové a strátové. V nasledujúcej časti uvediem základné vlastnosti a charakteristické rysy najznámejších obrazových kodekov používaných v diplomovej práci. Rozšírený prehľad obrazových kodekov je taktiež v prílohách.

### 2.5.1 Štandard JPEG (Joint Photographic Experts Group)

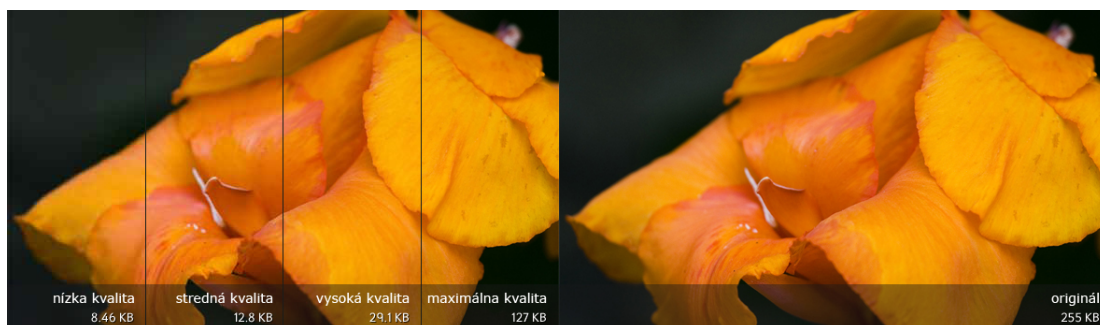
Štandardná metóda strátovej kompresie pre ukladanie statických obrázkov vo fotorealistickom zobrazení. Jej cieľom bolo vytvoriť metódu pre niekoľko typov kompresie pre farebné a čiernobiele obrazy. Štandard definuje štyri typy metód:

- **sekvenčná** - obraz je kódovaný snímaním „zľava - doprava, zhora - dole“. Možná implementácia softwarovo i hardwarovo.
- **progresívna** - obraz je kódovaný násobným snímaním (zobrazovanie prechádza z hrubého do jemného rozlíšenia).
- **bezstrátová** - musí dodržať hodnotu každého elementu vzorkovania obrazu (lekárstvo)
- **hierarchická** - kóduje sa vo viacerých rozlíšeniach, podľa spôsobu ich použitia (datový prenos)

JPEG používa DCT (Discrete Cosine Transformation) kompresnú techniku s priestorovou redundanciou. Na druhej strane nepoužíva časovú redundanciu, ktorá je pre video vhodnejšia než priestorová. Preto je pri video prenose v reálnom čase citelne obmedzená. [1]

### 2.5.2 JPEG2000

Tento štandard bol vyvinutý rovnakou skupinou ako formát JPEG a je založený na wavelet transformácii. Jeho hlavným cieľom je použitie v zdravotníckych aplikáciach a pre fotografie. Pri nízkom pomere je podobný formátu JPEG. Problémom je, že podpora formátu je v programoch veľmi obmedzená.



Obr. 2.2: Kompresia JPEG obrázku

### 2.5.3 MJPEG (Motion JPEG)

Kodek ponúka video vo forme sekvencii komprimovaných JPEG obrázkov. Kompresný pomer má v rozmedzí od 6:1 do 16:1. Datový tok sa pohybuje okolo 4 MB/s a dosahuje tak dobrého pomeru kvalita/veľkosť. Motion JPEG je najčastejšie používaným formátom pre sieťové video. IP kamera podobne ako digitálny fotoaparát zachytí 30 obrázkov za sekundu (30 fps), ktoré zkomprimuje do JPEG formátu a tak ich dokáže sprístupniť po sieti ako neustály prúd obrázkov (video stream). Človek vníma frekvenciu snímkov 16 fps a viac ako plynule video.

- **výhody** - každý snímok je kľúčový, podpora prekladaného obrazu, vysoká kvalita obrazu
- **nevýhody** - veľké zaťaženie procesora, veľký datový tok



Obr. 2.3: Sekvencia snímkov Motion JPEG

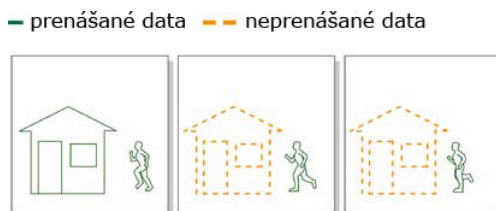
### 2.5.4 MPEG (Moving Picture Experts Group)

Názov MPEG bol prevzatý z neformálnej skupiny zaoberajúcej sa vývojom multi-mediálnych štandardov. Tieto zahŕňujú skupinu štandardov pre digitálne audio a video kompresné techniky určené pre špecifické účely hlavne k rozvoji kamerových systémov. Základným princípom videoformátu MPEG je porovnávanie dvoch komprimovaných záberov. Prvný komprimovaný záber sa používa ako referenčný a len tie časti následujúceho záberu, ktoré sa od neho líšia sú odoslané. Software, ktorý MPEG prehráva, zloží

všetky zábery na základe referenčného obrazu a dát o rozdieloch. Napriek svojej zložitosti vedie k menšej veľkosti výsledných súborov než Motion JPEG.

Pretože jeden štandard nevyhovoval celej škále aplikácii, bol počas vývoja rozdelený a optimalizovaný na subsystémy s odlišným zameraním. Medzi ne patria:

- **MPEG-1** - bol navrhnutý a vydaný v roku 1993 pre multimediálne aplikácie, ukládania digitálneho videa na CD a pracuje s nízkymi datovými tokmi okolo 1,5 Mbit/s v rozlíšení CIF. Kvalita MPEG-1 je porovnateľná s VHS. Počet snímkov za sekundu (fps) je pre formát pevne daný 25 fps (PAL) / 30 fps (NTSC). V datovom tvare dosahuje rozlíšenie obrazu 353x288 bodov. Táto kompresia sa nehodí pre strih videa a v dnešnej dobe je už zastaralá. Výhoda použitia ako stramove video.
- **MPEG-2** - bol dokončený v roku 1994 a je určený pre profesionálne využitie (vysielanie digitálnej televízie, DVD a HDTV (high-definition TV), interaktívne ukladacie média). MPEG-2 rozširuje kompresné techniky MPEG-1 o zachytenie väčších záberov pri vyššej kvalite na úkor nižšej kompresie s väčšou bitovou rýchlosťou. V datovom tvare dosahuje plné rozlíšenie 720x576 bodov. Nie je vhodný pre streamovanie v sieti s nižším rozlíšením a menším datovým tokom. Taktiež veľmi zaťažuje hardware.
- **MPEG-3** - neexistuje ako samostatný štandard. Tretia verzia mala riešiť problematiku nástupu HDTV, avšak jeho vývoj bol zastavený. Všetko, čo mal splňovať bolo už obsiahnuté vo formáte MPEG-2.
- **MPEG-4** - patrí medzi najmladšie formáty. Prvá verzia bola predstavená v roku 1998. MPEG-4 rozširuje mnoho vlastností štandardu MPEG-1 a MPEG-2 a pridáva i úplne nové, ako je VRML podpora pre 3D. AAC bol pôvodne vytvorený ako dodatok k MPEG-2 Part 7, ale nakoniec bol zaradený do štandardu MPEG-4. Formát je definovaný hlavne pre prenos videa a pripojeného zvukového signálu po pomalých linkách, preto sa používa pre prenos videa z IP kamer. Vychádza z rozlíšenia 176x144 bodov pri 10 fps. Pri kompresii videa je možné použiť pohybové vektory, ktoré udávajú ako sa obrázok zmenil. Preto získavame lepší kompresný pomer, lebo sa nekóduje každý snímok staticky. Oproti MJPEGu, ktorý prenáša celý obraz v snímku, MPEG-4 prenáša len zmeny medzi snímkami. Obraz je teda tvorený poľom snímok meniacich sa v priestore a čase. [4]



Obr. 2.4: Sekvencia snímkov MPEG-4

## 2.6 Multimediálny kontajner

Zo slová „kontajner“ ľahko poznáme jeho základnú vlastnosť, ktorou je schopnosť uložiť rôzne „veci“ ako do uloženého boxu. S pojmom sa stretávame v súvislosti s jednotlivými typmi mediálnych súborov. Kontajnery sa vzájomne líšia podľa ich schopnosti prijať rôzne typy multimediálnych dát (stop, streamu). Kontajner je schopný niesť video stopu, niekoľko zvukových stop a niekoľko titulkov. [4] Pre priblíženie popíšem najpoužívanejšie multimediálne kontajnery.

### 2.6.1 AVI (Audio Video Interleave)

Jedná sa o najpoužívanejší kontajner pre ukladanie streamu, ktorý môžeme ľudovo nazvať „prekládané audio a video“. Vyvinutý v roku 1992 firmou Microsoft. Popularitu si zabezpečil kompatibilitou so všetkými operačnými systémami a prehrávacími zariadeniami. Súbor má príponu .avi. Do toho kontajneru nie je možné uložiť titulky ani informácie ako kapitoly. Na začiatku súboru je hlavička, ktorá obsahuje informácie o videu (snímkovaciu frekvenciu, rozlíšenie, kodek, bitrate atď.) a informácie o zvuku (vzorkovaciu frekvenciu, bitová hĺbka, kvantizácia, kodek). Na konci súboru je tabuľka s poradovými číslami snímkov videa, poprípade index audio balenia a ich pozície.

### 2.6.2 Advanced Systems Format (ASF)

Druhý kontajner od firmy Microsoft, ktorého súbory majú príponu .asf, .wmv, .wma a pochádzajú od Windows Media Audio/Video. Formát nie je určený k nahradení AVI kontajneru, ale predovšetkým k použitiu MPEG-4, Windows Media Video a Audio formátov. Jeho cieľom je odstrániť nedostatky AVI a využiť ho hlavne pre streamovanie a potreby internetu. Neobsahuje teda žiadnu indexovú tabuľku, ale pracuje s dátami ako s objektami. Objekt je základnou zložkou identifikovaný pomocou GUID a existuje v niekoľkých vrstvách, jeden objekt teda môže obsahovať iný. Jeho nevýhodou je predovšetkým uzatvorenosť, nejde v podstate použiť iné kodeky. Licenčnou politikou je teda dovoľené pracovať so súbormi len za použitia DirectShow filtrov od Microsoftu.

### 2.6.3 Program Stream (PS alebo MPEG-PS)

Kontajner zabezpečuje prekladanie video a audio toku do jedného prúdu dát. Je to ISO/IEC štandard. Na rozdiel od AVI neobsahuje indexovú tabuľku, ale je vnútorne časovo synchronizovaný. MPEG Program Stream je špecifikovaný v štandardoch MPEG-1 a MPEG-2 Part 1. Používa sa v prostredí, kde je zaručená bezchybnosť prenosu dát (DVD-Video). Súbor používa niekoľko prípon, najčastejšie je to .mpg. Princíp spočíva v multiplexovaní niekoľkých streamov z vrstvy PES do jedného výsledného súboru. Čas balenia zaradených za seba je synchronizovaný k jednej časovej základni. [12]

### 2.6.4 Transport Stream (MPEG-TS, M2T)

Kontajner, špecifikovaný v štandarde MPEG-2 Part 1, je veľmi rozšírený v oblasti digitálneho vysielania. Je druhou metódou multiplexovania streamov, u ktorých však nemožeme zaručiť bezchybnosť (napr. DVB, streamovanie po internete). Pakety PES se rozdelia na fixné bloky o veľkosti 188 bytov a zabezpečené sa prenášajú po sieti. Prenos má konštantný datový tok a umožňuje multiplexovať aj viac televíznych programov v jednom kanále. Je využívaný v AVCHD kamerách a Blu-Ray prehrávačoch. Kontajner vie kódovať niekoľko zvukových a titulkových stôp. Súbor má väčšinou koncovky .ts, .nts či .m2t. [4]

### 2.6.5 Ogg

Jedná sa o open-source kontajner od firmy Xiph.org. Ogg môže ukládať audio a video v rôznych formátoch (MPEG-4 či MP3, ale obvykle využíva pre zvuk Vorbis a FLAC). Súbor má zvyčajne označené koncovkami .ogg, .oga či .ogv.

### 2.6.6 MP4

Kontajner definovaný štandardom ISO, tiež známy pod označením MPEG-4 Part 14. Základom je kontajner MOV používaný v multimediálnom frameworku QuickTime. Dokáže spracovať video, menu, titulky, viac zvukových stop i 3D objekty. Taktiež umožňuje streamovanie videa. Použiteľné kompresné formáty pre obraz sú MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 a pre zvuk MP3, AAC. Existujú i oficiálne a neoficiálne rozšírenia. Oficiálnou modifikáciou je 3GPP, čo je formát vytvorený pri zavádzaní mobilných sietí tretej generácie. Pre obraz štandardizuje kompresiu H.263 a pre zvuk AMR (Adaptive Multi-Rate), čo je kodek pre kompresiu reči. Kontajner poznáme podľa koncovky .mp4 alebo .3gp.

### 2.6.7 Matroška

Otvorený projekt Matroška bol založený koncom roku 2002. Kontajner umožňuje ukladanie väčšiny existujúcich kodekov ako sú MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, VC-1, RealMedia, MP3, AC3, DTS, AAC, Vorbis, FLAC či WavPack. Matroška je založená na kóde EBML (Extensible Binary Meta Language). Jazyk EBML dáva súborom derivované vlastnosti formátu XML. EBML popisuje techniku bitového značkovania. Stretneme sa s ním u súboroch s koncovkami .mkv, .mka (audio) či .mks (titulky). Matroška sa využíva hlavne pre HD ripy a preto má veľkú podporu v prehrávačoch. [6]

### 2.6.8 QuickTime

Firma Apple má tiež svoj kontajner pre Quicktime súbory s príponou .mov alebo .qt. Základnou jednotkou súboru je atóm, ktorý môže obsahovať ďalšie atómy. Atóm začína vždy veľkosťou a potom typom. Obe majú 32bitov. Pre väčšie atómy je rozšírená veľkosť 64 bitov. Pre lepšiu orientáciu je u novších súborov zavedená jednotka QT atóm, ktorá poskytuje informáciu o vnorených atómoch. [12]

### 2.6.9 RealMedia

Pomerne starým kontajnerom od firmy Real Networks je i Real Media Format (RMF), prípona .rm, .rmf alebo .rv pre video a .ra pre zvuk. Predovšetkým je určený k internetovému vysielaniu televízie. Licenčná politika firmy nedovoľuje používať formát pre iné účely než k prehrávaní súborov ich vlastným prehrávačom RealPlayer. [12]

## 2.7 TV Normy

Televízne normy delíme na televízie bežného rozlíšenia (SDTV) a televízie s vysokým rozlíšením (HDTV). Pre priblíženie si ich v krátkosti popíšeme.

### 2.7.1 SDTV

Televízia bežného rozlíšenia SDTV má pomer strán obrazu 4:3, ale rozlíšenie je v analógovom i digitálnom svete rozdielne. Dôležité je si uvedomiť rozdiely v tom, ako sú definované. V prípade analogového videa sa obraz skladá z riadkov, zatiaľ čo rozlíšenie digitálnych kamier meriame počtom efektívnych pixelov obrazového snímača.

**2.7.1.1 NTSC** Televízna norma NTSC (National Television Standards Committee) sa používa v USA, Japonsku a v iných štátoch. Niektoré princípy tejto normy sa využívajú tiež v PAL a SECAM. Obraz sa skladá z 525 riadkov na snímok (481 viditeľných) a používa 29.97 snímkov/s prekládane. Prekládanie funguje tak, že sa najskôr vysielajú nepárne a potom párne riadky. Informácie o farbách sa prenášajú súčasne. V prípade digitalizovaného obrazu NTSC môže mať rozlíšenie 720x480, 704x480, 352x480 alebo 352x240 bodov.

**2.7.1.2 PAL** Televízna norma PAL (Phase Alternation Line) je dnes používaná vo väčšine európskych štátoch, Austrálii, Afrike, Izraeli, Indonézii, Vietname a ďalších. Obraz sa v tejto norme skladá z 625 riadkov na snímok (575 viditeľných) a používa 25 snímkov/s prekládane. Prekládanie a iné vlastnosti preberá z normy NTSC. V prípade digitalizovaného obrazu PAL môže mať rozlíšenie 720x576, 704x576, 352x576 alebo 352x288 bodov.

**2.7.1.3 SECAM** Televízna norma SECAM (System Electronique Couleur Avec Memoire) je využívaná hlavne vo Francúzku, Rusku, Egypte, Bulharsku, niektorých afrických a ďalších štátoch. Obraz vychádza z normy PAL je prekládaný ale s rozdielom, že informácie o farbách sa prenášajú postupne. Ďalšie podstatné rozdiely oproti ostatným TV normám sú v šírke prenosového kanálu, nosných kmitočtoch, spôsobe modulácie atď.

### 2.7.2 HDTV

Televízia s vysokým rozlíšením HDTV má rozlíšenie videa 1920x1080 alebo 1280x720 bodov s pomerom strán 16:9. Vedľa konkrétneho rozlíšenia sa ďalej profiluje, či sa jedná

o prekládané či neprekládané snímkovanie. Prívlastok „i“ znamená prekládané snímkovanie. Označenie „p“ znamená, že sa obraz prenáša po celých snímkoch. Rozlíšenie „plného“ HDTV (FullHD), činí zhruba 2Mpx (megapixely). To je dôvod, prečo je obraz ostrejší oproti SDTV, kde je rozlíšenie len 0.35Mpx. Vedľa vysokého digitálneho rozlíšenia HDTV prináša i kvalitný zvuk. Zvuk je šesťkanálový v konfigurácii 5.1. Bežne sa používa zvuková kompresia pomocou kodeku AAC alebo AC3.

Ďalší vývoj smeruje k zvyšovaniu rozlíšenia „High Definition“. Po formáte HDTV nasleduje označenie XD (eXtreme Definition) s rozlíšením 2560x1440 bodov. SHD (Super High Definition) má rozlíšenie 3840x2048 bodov. Najnovším je štandard UHD (Ultra High Definition) označovaný ako Super Hi-Vision s úctihodným rozlíšením 7680x4320 bodov. [6]

## 2.8 Zhrnutie pojmov

Cieľom druhej kapitoly bolo oboznámenie čitateľa s vyššie popísanými kompresnými štandardmi, kontajnermi pre ukladanie audio-video streamu a TV normami. V práci sa budem zaoberať už len obrazovými kodekmi JPEG a MJPEG, ktoré budem následne implementovať do aplikácie s AVI kontajnerom pre ukladanie video streamu. Z dôvodu rozsahu práce sa nebudem ďalej zaoberať implementáciou MPEG-4 štandardu a taktiež implementáciou ukladania streamu do iných kontajnerov. Prílohy k práci obsahujú rozširujúce informácie o príbuzných štandardoch kompresných algoritmov, ktoré slúžia ako doplnkové informácie pre záujemcov.

## 3 Streaming

### 3.1 Čo je to streaming?

**Streaming** - je technológia kontinuálneho prenosu audiovizuálneho materiálu medzi zdrojom a koncovým užívateľom. Obecne môžeme povedať, že tok dát prijímaný zo siete nie je ukládaný na disk, ale je rovno prehrávaný. V súčasnej dobe využívame predovšetkým prenášanie audiovizuálneho materiálu po internete (webcasting). Webcasting môže prebiehať v reálnom čase, **online** (internetová televízia, rádio), alebo systémom **on demand** (YouTube). Medzi ďalšie výhody a obmedzenia streamingu patria:

- multimediálny obsah je k dispozícii okamžite, a tak nemusíme čakať na stiahnutie zvyčajne objemného multimediálneho súboru, aby sme ho mohli prehrávať. Keďže sa prijatý multimediálny obsah neukláda na fyzický disk, aby sme ho mohli spätne prehrať, existujú i programy, ktoré nám to umožnia.
- streamovací server zpravidla ponúka danú nahrávku v niekoľkých úrovniach kvality a divák/poslúchač si sám vyberá (najčastejšie v závislosti na rýchlosti svojho pripojenia k internetu) aká kvalita mu vyhovuje.
- pokročilé streamovacie technológie umožňujú umiestnenie nahrávok na rôzne miesta, čo zvyšuje dostupnosť živého prenosu či záznamu pre obrovské množstvo súčasných divákov a zároveň zvyšuje robustnosť siete a jej odolnosť proti výpadkom. [7]

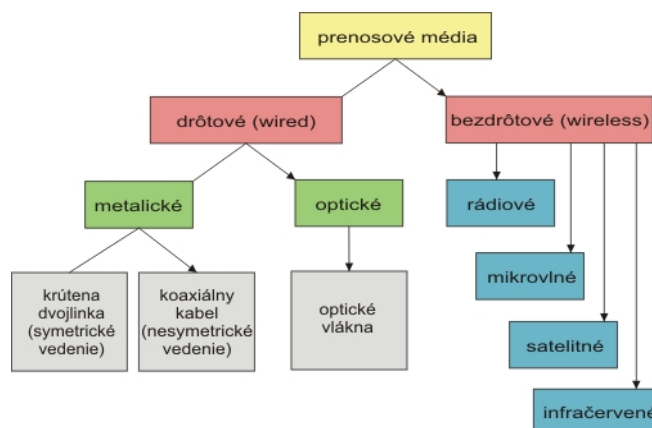
Rozoznávame tri druhy skupinového vysielania:

1. **Unicast** - je prenos k jedinému príjemcovi alebo tiež prenos 1:1.
2. **Multicast** - je prenos ku „skupine“ príjemcov alebo len k niektorým príjemcom. Technológia sa používa pre zníženie záťaže siete, kde jeden datový tok je poskytovaný stovkám príjemcov.
3. **Broadcast** - je prenos ku všetkým existujúcim príjemcom

### 3.2 Prenosové média

Základom pre fungovanie počítačových a telekomunikačných sietí sú prenosové média, pretože práve oni fakticky prenášajú všetky data. Prenosových médií existuje celá rada, avšak ich vlastnosti a schopnosti sa v mnohých prípadoch líšia. Ako je to napríklad s koaxiálnymi kablami, krútenou dvojlinkou, optickými vláknami, či s bezdrôtovými prenosovými médiami. Základné rozdelenie uvádzam na obrázku 3.1 strana 13. Podľa tohto rozdelenia následne popíšem základné typy médií.

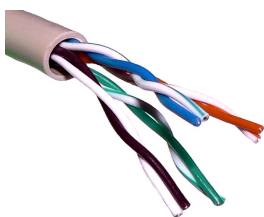




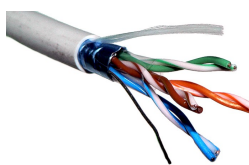
Obr. 3.1: Rozdelenie prenosových médií

### 3.2.1 Symetrické vedenie (krútená dvojlinka - twisted pair, TP)

S krútenou dvojlinkou sa stretávame v praxi pomerne často v rámci telefónnych rozvodov alebo počítačových sietí, avšak len na krátke vzdialenosti (desiatky, max 100 metrov). Jednotlivé vodiče sú uložené v pároch, pričom páry sú skrútené navzájom okolo seba. Dôvodom skrútenia vodičov je, že definované skrútenie pomáha redukovať vzájomné presluchy a šumy z vonkajšieho prostredia, a zároveň bráni vyžarovaniu z páru do prostredia. Používa sa pre typy sietí Ethernet 10Base-T, 100Base-TX, 100Base-T2, 100Base-T4, 1000Base-T (prvé číslo je rýchlosť v Mbit/s, písmeno T znamená Twisted - zakrútený, číslo počet párov ktoré sú využívané). Krútená dvojlinka sa podľa použitého dodatočného tienenia delí na tienenu (FTP alebo STP) a netienenu (UTP). Kábel je obvykle ukončený konektorom RJ-45 alebo zásuvkou rovnakého typu.



Obr. 3.2: UTP



Obr. 3.3: STP, FTP



Obr. 3.4: RJ-45

### 3.2.2 Nesymetrické vedenie (koaxiálny kábel)

Koaxiálny kábel bol využívaný pre datové prenosy skôr, než krútená dvojlinka. Je zložený z vodiča obaleného izolačnou vrstvou, ďalšou kovovou tieniacou vrstvou a celkovou izoláciou. Používa sa na vysokofrekvenčné prenosové linky na prenos vysokofrekvenčného signálu alebo vysielania. Dnes je koaxiálny kábel postupne nahrádzaný inými vysokokapacitnými prenosovými káblami hlavne optickými vláknami.



Obr. 3.5: Koaxiálny kábel



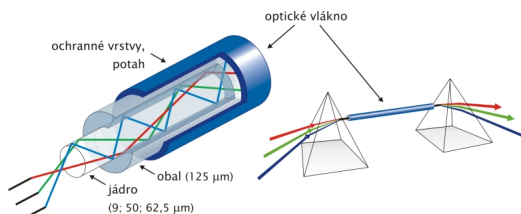
Obr. 3.6: Konektory

### 3.2.3 Optické vlákna

Optické vlákna majú oproti krútenej dvojlinke i oproti koaxiálnemu káblu zdáľeka najväčší potenciál v prenose dát. Preto sú tiež optické vlákna inštalované všade tam, kde je potreba realizovať väčšiu prenosovú kapacitu. Na druhú stranu inštalácia optických vlákien je predsa len náročnejšia i nákladnejšia, než u ostatných drôtových prenosových médií. Optické vlákna zo svojej fyzikálnej podstaty prenášajú data namodulované „naložené“ na svetelný paprsek. K vedení tohto paprsku optickým vláknom sa využíva zákon lomu. [8]



Obr. 3.7: Optické káble



Obr. 3.8: Optické vlákno

### 3.2.4 Bezdrôtové média

Najdôležitejšie bezdrôtové média sú popísané v nasledujúcej kapitole v sekcii „Bezdrôtové technológie“ na strane 30.

## 3.3 Počítačové siete

Pojmem **počítačová sieť** je súhrnné označenie technických prostriedkov, pomocou ktorých sa rozumie spojenie dvoch a viac počítačov tak, aby mohli navzájom zdieľať svoje prostriedky. Umožňuje používateľom komunikáciu podľa zadaných pravidiel. Najčastejším dôvodom pripojenia k sieti je zdieľanie informácií a technických zariadení.

### 3.3.1 Kategorizácia počítačových sietí

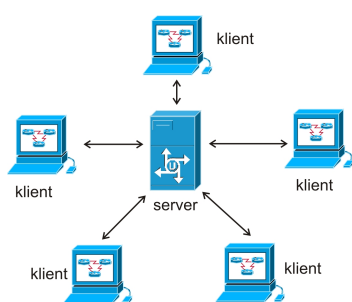
Počítačové siete si môžeme rozdeliť podľa viacerých kritérií.

#### 3.3.1.1 Podľa veľkosti

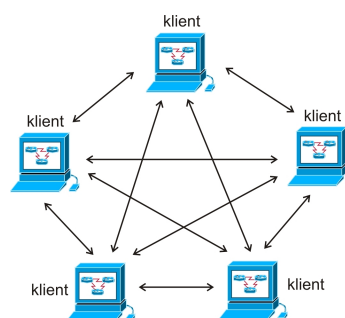
- **PAN (Personal area network)** - veľmi malá osobná sieť, obvykle slúžia len jednej osobe (prepojenie mobilu a počítača, PDA) spája zariadenia rádovo v dosahu metrov. Na prepojenie sa obvykle používajú bezdrôtové technológie (WiFi, IrDA, Bluetooth).
- **LAN (Local area network)** - lokálna počítačová sieť. Spájajú uzly (počítače) v rámci malého územia, resp. v rámci jednej budovy rádovo do vzdialenosti sto metrov. LAN sú obvykle v súkromnej správe.
- **MAN (Metropolitan area network)** - metropolitná sieť. Sieť tohoto typu prepája lokálne siete v mestskej zástavbe. Spája do vzdialenosti rádovo desiatky km.
- **WAN (Wide area network)** - rozsiahla sieť. Spája rôzne LAN a MAN siete v pôsobnosti krajín, kontinentov ale i sveta.

#### 3.3.1.2 Podľa architektúry

- **Client-server** - server poskytuje služby stanicam (klientom). Servrov môže byť viacero typov (súborový server, tlačový server, poštový server, www server, ftp server). Na jednom fyzickom počítači môže existovať viacero servrov.
- **Peer-to-peer** - termín znamená „rovný z rovným“, označuje sa tiež ako p2p sieť. Každá stanica v sieti zdieľa nejaké svoje prostriedky a iná stanica môže tieto prostriedky využívať. Tento typ siete obvykle nemá centrálnu správu, každý uzol sa spravuje sám. [10]



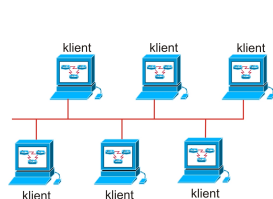
Obr. 3.9: Klient-Server



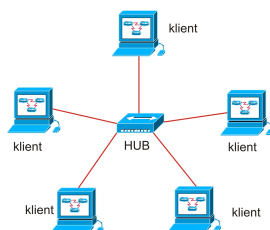
Obr. 3.10: Peer-to-Peer

### 3.3.1.3 Podľa topológie

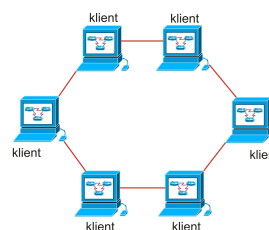
- **Zbernicová topológia siete** - ak sú zapojené za sebou pozdĺž jediného kábla (segmentu)
- **Hviezdicová topológia siete** - ak sú počítače zapojené k segmentom, ktoré vychádzajú z jediného bodu (rozbočovača)
- **Prstencová topológia siete** - ak sú počítače zapojené ku káblu, ktorý tvorí prstenec
- **Neobmedzená topológia (mesh)**



Obr. 3.11: Zbernicová



Obr. 3.12: Hviezdicová



Obr. 3.13: Prstencová

### 3.3.1.4 Podľa použitej technológie

- Token-ring
- Ethernet
- ARCNET
- 100VG-AnyLAN
- FDDI

## 3.4 Model ISO/OSI

Referenčný model OSI (Open Systems Interconnection) je abstraktný, na vrstvách založený opis návrhu štruktúry komunikačných a počítačových sieťových protokolov, ktorý ich rozdeľuje do siedmich vrstiev. Každá vrstva má vlastnosť, že používa iba funkcie vrstvy pod ňou a poskytuje funkcionality vrstve nadradenej. V nižšie uvedenej tabuľke sú uvedené jednotlivé vrstvy a ich funkcionality. [9]

## 3.5 Intranet

**Intranet** je súkromná počítačová sieť, ktorá je určená len pre malé skupiny používateľov, podniky či organizácie, kde slúži ako „interný internet“ pre organizáciu pracovných procesov. Zvyčajne založená na Klient/Server architektúre, ktorá je izolovaná od vonkajšieho sveta (internetu).

OSI Model			
	Data	Vrstva	Funkcia
Klient	Data	Aplikačná vrstva	Sieťový proces aplikácii
		Prezentačná vrstva	Reprezentácia dát a kryptovanie
		Relačná vrstva	Komunikácia medzi strojmi
	Segmenty	Transportná vrstva	End-to-end spojenia a spoľahlivosť
Média	Pakety	Sieťová vrstva	Určovanie cesty a IP (logické adresovanie)
	Rámce	Spojová vrstva	MAC a LLC (fyzické adresovanie)
	Bity	Fyzická vrstva	Médium, signál, binárny prenos

Tabuľka 3.1: ISO/OSI Model

### 3.6 Internet

**Internet** je verejne dostupný celosvetový systém vzájomne prepojených počítačových sietí, ktoré prenášajú dáta pomocou prepínania paketov za použitia štandardizovaného Internet Protocolu (IP) a mnohých ďalších protokolov. Pozostáva z tisícok menších komerčných, akademických, vládnych a vojenských sietí.

Vlastnosti internetu:

- slúži ako prenosové médium pre zdieľanie informácií
- poskytuje služby (elektronická pošta, chat a systém vzájomne prepojených webstránok a dokumentov World Wide Webu (WWW))

### 3.7 Prehľad typu pripojenia k internetu

Skor než začneme porovnávať jednotlivé typy internetového pripojenia, potrebujeme si uvedomiť, čo to vlastne pripojenie k internetu je. To znamená, že užívateľ pripojený k internetu je jeho súčasťou s vlastnou sieťovou adresou. Základný spôsob rozdelenia pripojenia k internetu je na pripojenie komutované a pevné. Následne si ich rozdelíme a popíšeme do hĺbky.

#### 3.7.1 Komutované (dočasné) pripojenie

Jedná sa o dočasné pripojenie realizované pomocou analogových alebo digitálnych telefónnych liniek. Najnovšie sú rozšírené i druhy pripojenia cez mobilné telefónne siete.

**3.7.1.1 Dial-up (vytáčané pripojenie)** je najstaršou technológiou pre pripojenie k internetu po telefónnych linkách. Technológia je stále používaná a to skoro v nezmenenej podobe, ovšem došlo k zvýšeniu prenosovej rýchlosti, ale i tá je v porovnaní s inými stále veľmi nízka a nepostačujúca pre prenos audia a videa. Základným prostriedkom pre komunikáciu pomocou telefónnej linky je modem (**MOD**ulátor/**DEM**odulátor). Modem prevádza digitálny signál na analogový (proces nazývaný modulácia, pipanie modemu), ktorý môže byť prenášaný po telefónnych linkách.

Prenosová rýchlosť je pevne daná maximálnym datovým tokom pre analogovú linku 33,6 kbit/s a pre digitálnu 56 kbit/s.

Samotné pripojenie potom vyzerá tak, že užívateľ vytočí číslo poskytovateľa internetu, ktorý hovor prijme, modemy si dohodnú komunikačnú rýchlosť, komunikačné protokoly a následne začne prenos dát. Najpoužívanejší protokol, ktorý zabezpečuje prenos dát medzi užívateľom a prístupovým bodom je PPP - Poin to Point Protocol. [11]

**3.7.1.2 ISDN (Integrated Services Digital Network)** ponúka plne digitálny prenos až k účastníkovi za využitia klasického telefónneho vedenia. ISDN vďaka plnej digitalizácii ponúka možnosť komunikovať viacerými spôsobmi naraz po jednej linke (telefón, fax, internet). Obecne hovoríme ako o multimedialnej komunikácii. ISDN pripojku realizujeme pomocou takzvaného terminálového adaptéru (TA), tiež nazývanou ISDN modem. Pre prenos dát, narozdiel od analógovej linky, slúžia digitálne kanály označované ako B kanály s prenosovou rýchlosťou 64 kbit/s.

ISDN rozoznáva dva základné typy pripojok:

- **BRI (Basic Rate Interface)** - účastnícka pripojka, na ktorú je možné pripojiť až 8 koncových zariadení. Skladá sa z dvoch B kanálov  $2 \times 64 \text{ kbit/s} = 128 \text{ kbit/s}$  (rýchlosť BRI pripojky pri využití oboch B kanálov) a jedného D kanálu s rýchlosťou 16 kbit/s (slúži len pre komunikáciu s ústredňou, nie pre data)
- **PRI (Primary Rate Interface)** - pripojka slúžiaca pre pripojenie pobočkových ústrední k sieti ISDN, ktorú nieje možné využiť pre pripojenie koncových účastníckych zariadení. Pripojka sa v Európe skladá z 30 B kanálov a jedného D kanálu s kapacitou 64 kbit/s.

**3.7.1.3 Mobilné siete GSM** sú digitálne a samotný prenos medzi mobilnou stanicou a základňovou stanicou, ktorý sa odohráva pomocou rádiových vĺn, je v podstate analogový. Mobilné pripojenie je určené pre tých užívateľov, ktorí potrebujú mať prístup k internetu z ktoréhokoľvek miesta a vďaka vývoji nových technológií sa dá používať ako plnohodnotné pripojenie. Všetko závisí len od signálu mobilnej siete a schopnosti prístroja podporovať datové služby či špeciálneho modemu. Pre používanie je nutné si tieto služby aktivovať u mobilného operátora. Existuje niekoľko metód pre prístup, ktoré umožňujú tarifikaáciu za dobu pripojenia, objemu prenesených dát alebo mesačným paušálom.

- **GPRS (General Packet Radio Service)** - nábstavba siete GSM rozšírená o podporu prenosu s komutáciou paketou, označovaná 2,5G, je podobná Dial-upu. Rýchlosť sa pohybuje na úrovni 60 kbit/s, ale nie je zaručená. Platba je za prenesené data, nie za dobu pripojenia. Výhoda je, že služba je dostupná všade kde je signál siete.
- **EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution)** - je ďalším evolučným štádiom rozšírenia nábstavby GPRS, ale tentokrát sa mení rádiová časť siete. Dosahuje vyššej stability a rýchlosti oproti GPRS až 480 kbit/s, pričom ceny sú porovnateľné. Dnes je EDGE dostupný taktiež všade, vďaka čomu odsúva GPRS do pozadia.

- **CDMA (Code Division Multiple Access)** - teoreticky môže presahovať rýchlosť až 1 Mb/s, ale v praxi sa stretneme priemerne s rýchlosťou od 200 do 300 kbit/s v závislosti na dennej dobe. K chodu tohto pripojenia je potreba CDMA modemu. [11]

### 3.7.2 Pevné pripojenie

Základom pre pevné pripojenie je fyzická trasa, po ktorej sú data prenášané. Najčastejšie sú to drôtové vedenia, optické káble a predovšetkým bezdrôtové technológie či satelitné. Líšia sa len spôsobom, akým je užívateľ prepojený so svojim poskytovateľom internetu.

**3.7.2.1 Prenajatý datový okruh** Tento druh pripojenia nie je samostatná technológia, ale celá rada služieb a technológií, ktoré sú užívateľom poskytované telekomunikačnými spoločnosťami. Pripojenie k internetu pomocou prenajatého okruhu je najbežnejším spôsobom realizácie pevného pripojenia. Užívateľ si od telekomunikačnej spoločnosti objednáva prenosovú linku s požadovanou rýchlosťou a kvalitou služieb. Existujú dva základné varianty zriadenia služby a to:

- o všetky operácie sa stará poskytovateľ internetu
- o všetky operácie sa stará zákazník

Najčastejší prípad je prenájom digitálneho okruhu s prenosovou rýchlosťou od 64 do 2048 kbit/s.

**3.7.2.2 Bezdrôtový prenos** nastúpil na svoju víťaznú cestu v prenose informácií a tým i k jednému zo základných prístupov k internetu. Zpôsoby bezdrôtového pripojenia delíme na dva základné skupiny a to **statické** a **mobilné**.

**3.7.2.2.1 Statické pripojenie** Klasické bezdrôtové technológie používané na prepojenie dvojíc nepohybujúcich sa bodov (napr. budov).

- **WLL (Wireless Local Loop, poin-to-multipoint)** - je najrozšírenejší spôsob bezdrôtového prístupu k internetu. Pokrytie oblasti signálom zabezpečujú AP-čka (Access Point) s všesmerovými anténami, ktoré dokážu zaistiť oblasť do niekoľko kilometrov s podmienkou priamej viditeľnosti. Bezdrôty su najčastejšie prevádzkované vo verejnom bezlicenčnom pásme 2,4 GHz, ale môžu byť aj v licenčných pásmach 3,5 GHz, 26 či 28 GHz. Pre zaistenie kompatibility siete boli vytvorené štandardy WiFi 802.11b (pásmo 2,4 GHz, rýchlosť 11 Mbit/s), WiFi 802.11a (pásmo 5 GHz, rýchlosť 54 Mbit/s) a WiFi 802.11g (pásmo 2,4 GHz, rýchlosť 54 Mbit/s).
- **Dvojbodové pojitka** - sa používajú medzi poskytovateľmi internetu na budovanie vlastných páterných sietí. Bezdrôtové pojitka sú prevádzkované v licenčných

i bezlicenčných pásmach len s výnimkou používania bezvýhradne smerových antén. Maximálny dosah sa pohybuje v desiatkach kilometrov a prenosové rýchlosti dosahujú desiatky Mb/s. [11]

**3.7.2.2 Mobilné pripojenie** V poslednej dobe stále významnejšie pripojenie pomocou technológií mobilného prístupu k internetu prakticky z akéhokoľvek miesta.

- **HSCSD(High Speed Circuit Switched Data)** - je vylepšenie štandardu GSM o spojenie viacerých prenosových kanálov, vďaka čomu dosahujeme vyšších prenosových rýchlostí (download 43 kbit/s a upload 14,4 kbit/s). Technológia sa tak vyrovnáva klasickému Dial-upu. Technológia je využívaná minimálne.
- **UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)** - sieť 3G - tretej generácie, označovaná ako ďalšie štádium GPRS, ovšem s rozdielom ze sa nejedná o komutované pripojenie, ale dosahuje lepších výsledkov. Tie sú podľa požiadavkou užívateľa na rýchlosť pohybu v prostredí, v ktorom sa pohybuje, rozdelené na tri skupiny:
  1. vyžadujúce vysokú mobilitu, udržanie spojenia pri rýchlosti 120 km/h s prenosovou rýchlosťou 144 kbit/s
  2. vyžadujúce plnú mobilitu, pohyb v meskom prostredí do rýchlosti 120 km/h s prenosovou rýchlosťou 384 kbit/s
  3. vyžadujúce obmedzenú mobilitu, teda pohyb do 10 km/h s prenosovou rýchlosťou 2 Mbit/s

**3.7.2.3 DSL technológia** Technológia digitálnych účastníckych liniek DSL dokáže z klasických telefónnych vedení získať omnoho vyššie rýchlosti ako zastaralé vytáčané pripojenie. Prenos dát je taktiež realizovaný pomocou modemu a prenosové rýchlosti dosahujú od stoviek kbit/s až po desiatky Mbit/s. V súčasnosti existuje viacero technológií DSL, v stručnosti spomeniem tie najznámejšie:

- **ADSL** - asymetrické DSL, v súčasnosti najpoužívanejší typ s prenosovou rýchlosťou od 2048 kbit/s do 8 Mbit/s.
- **VDSL** - veľmi rýchle DSL ponúka ešte vyššie rýchlosti, ale na kratšie vzdialenosti.
- **HDSL** - technológia prenáša data rýchlosťou 1,5 Mbit/s v oboch smeroch, potreba dva páry krútenej dvojlinky, funguje na vzdialenosť do 3,5 km.
- **SDSL** - technológia podobná HDSL, avšak vystačí si s jedným párom vodičov, dosahuje prenosovej rýchlosti od 64 kbit/s do 2 Mbit/s v oboch smeroch [11]

**3.7.2.4 Káblová televízia** Pre pripojenie k internetu je možné použiť i káblovú televíziu. Pre fungovanie je potreba káblového modemu a prenosové rýchlosti sa pohybujú od desiatok kbit/s do 10 Mbit/s.



**3.7.2.5 Satelitné pripojenie** Satelitný prístup k internetu je využívaný všade tam, kde nie je možné zaistiť iný bežný spôsob pripojenia. Tento druh nie je u nás veľmi využívaný a preto sa ním nebudem ďalej zaoberať.

### 3.8 Zhrnutie pojmov

V tejto kapitole som oboznámil čitateľa s pojmom streaming a aké typy streamingu poznáme. Ďalšou časťou bolo oboznámenie s prenosovými médiami a úvod do počítačových sietí z dôvodu upresnenia základných princípov a pre predstavu, cez aké rozhrania a čím sa pripája užívateľ do siete alebo internetu. V poslednej časti tejto kapitoly boli popísané jednotlivé typy pripojenia do internetu z dôvodu získania informácií o konkrétnom type, ktorý je vhodný pre mobilné zariadenia, práve pre navrhovaný software a pre prenos multimediálnych dát z kamerového systému na stranu klienta.

Pre predstavu pri prenose videa do mobilného zariadenia spomeniem, že vzhľadom k veľkosti displeja nieje potreba prenášať video so štandardnou snímkovou frekvenciou (25 fps), ale postačí maximálne 10 snímkov za sekundu. Výsledný tok takého videa sa bude pohybovať okolo 30 kbit/s, ktoré je vhodné prenášať cez pripojenia ako je GPRS, EDGE či UMTS, ktoré je v dobe napísania práce najvýhodnejšie. Na druhú stranu nie je vhodné používať HSCSD, či dial-up a ISDN zdieľané pomocou bezdrôtovej technológie.

## 4 Kamerový systém

V tejto kapitole sa budem venovať kamerovým systémom, v úvode urobím stručný prehľad komponentov analogového a digitálneho kamerového systému. Následne podrobne popíšem IP kamerový systém, nad ktorým je táto diplomová práca realizovaná. Najskôr si ale položíme otázku, čo to vlastne kamerový systém je a na čo nám slúži?

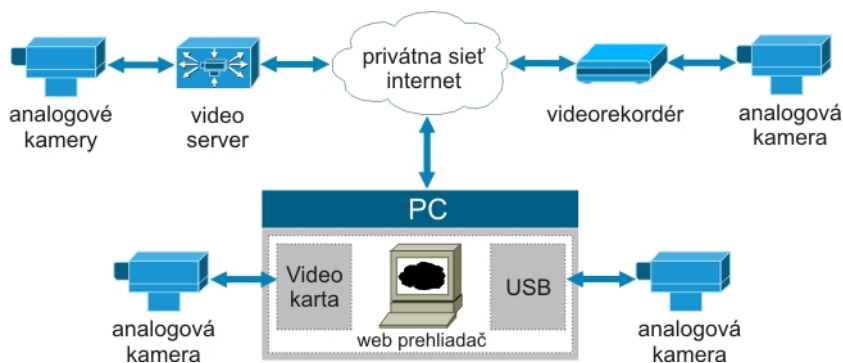
Zabezpečovacia technika sa čoraz častejšie stáva bežnou súčasťou našich životov. Jedným z ich dôležitých prvkov je nepochybne i kamerový systém. Kamerové systémy slúžia predovšetkým k zabezpečeniu bezpečnosti a ochrane majetku s možnosťou realtime prenosu alebo uloženia videozáznamu na určité médium. Kamerové systémy môžeme podľa využitia rozdeliť na aktívne a pasívne bezpečnostné prvky.

### 4.1 Analógový kamerový systém

Analogové kamery sú už v dnešnej dobe na ústupe, avšak keď sa ešte využívajú, tak ich neoddeliteľnou súčasťou sú digitálne videorekordéry, ktoré digitalizujú ich analogový výstup. Analogové kamery sa dajú pripojiť i do počítačovej siete pomocou video serveru, ale pokiaľ nie je potreba zálohovania videozáznamu pre neskoršie využitie. Pokiaľ budú analogové kamery pripojené len k analógovému videorekorderu (VCR), potom nie je možné vykonávať žiaden vzdialený monitoring. Pripojenie takej kamery k počítaču je realizovateľné prostredníctvom video karty alebo USB rozhrania. [12]

Pripojenie kamery cez video kartu je potreba pristupovať k obrazu cez SDK video karty, pričom dnes už umožňujú pripojiť 64 analógových kamier k jednému počítaču. Digitalizácia obrazu v tomto prípade prebieha vo vnútri video karty hardwarovo.

Pri pripojení cez USB je obraz dostupný pri použití SDK kamery a digitalizácia obrazu sa vykonáva softwarovo.



Obr. 4.1: Analógový kamerový systém

- **DVR (Digital video recorder)** - existujú dva základné typy digitálnych videorekordérov a to:
  1. zariadenie využíva záznamové médium ako analógový videorekordér, magnetickú pásku. Pracuje na rovnakom princípe, ale s jedným rozdielom, že

analogový signál sa najprv digitalizuje A/D prevodníkom a na magnetickú pasku sa zaznamenáva komprimovaný datový tok pomocou diskkrétnej kosínusovej transformácie (DCT) do formátu MPEG-2. Tieto rekordéry sa označujú ako VHS, obrázok 4.2.

2. rozšírený videorekordér o radu kompozitných vstupov (BNC) pre analogové kamery a pevný disk. Záznamové médium uchováva obrazové scény v digitálnej podobe. DVR má rozhranie pre LAN (TCP/IP), kde pomocou UTP káblu je možnosť pripojiť zariadenie k počítačovej sieti. Pomocou webového rozhrania umožňuje spravovať zariadenie i vzdialený prístup. Modernjšie zariadenia obsahujú programovateľné vstupy, kde je možné pripojiť detektor pohybu. [12] DVR je na obrázku 4.4.

- **Video server (video enkodér)** - pri použití sa k obrazu prístupuje rovnako ako v prípade IP kamery, len s tým rozdielom, že k video serveru je možné pripojiť väčšie množstvo analogových kamier. Obsahuje digitalizátor obrazu, obrazový koprocessor a webový server so sieťovým rozhraním. Video servery digitalizujú analogový zdroj videa a predávajú pomocou počítačovej siete digitalizované snímky, takže efektívne menia bežnú analogovú kameru na sieťovú kameru. To predstavuje ideálne riešenie pre integráciu s analogovým CCTV (Closed Circuit Television) systémom. [13]

Pomocou vstavaných sériových portov dokáže video server ovládať vybavenie, ako sú kamery s funkciou natáčania a zoomu (Pan/Tilt/Zoom). Vstupy môžu byť použité pre aktivovanie serveru k tomu, aby začal posielat' zábery. Servery vybavené obrazovým bufferom dokážu posielat' i zábery pred alarmom. Video server je na obrázku 4.3.



Obr. 4.2: VCR rekordér



Obr. 4.3: Video server



Obr. 4.4: DVR rekordér

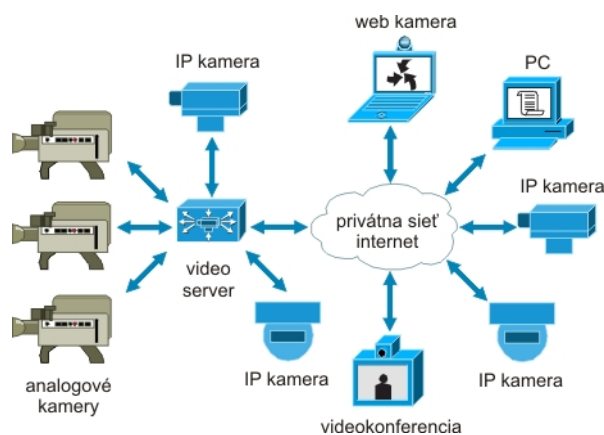
## 4.2 Hybridný kamerový systém

V dobe napísania diplomovej práce môžem tvrdiť, že súčasnosť i budúcnosť patrí digitálnym technológiám. V dobe keď sa internet stával samozrejmosťou si aj kamery prešli digitalizáciou. Už v klasickej analogovej kamere sa objavila digitalizácia a to hneď dvakrát:

1. miestom bol snímací prvok CCD

## 2. miestom bolo D.S.P (Digital Signal Processing)

kde bol analógový signál prevedený do digitálnej podoby, spracovaný, korigovaný a prevedený späť do analógovej formy na výstup. Diskusia z tej doby na túto tému, čo je digitálny, čo analógový a čo tzv. hybridný sa do týchto dní posunula z problematiky kamier na celý systém. Nazývame ich teda **hybridné kamerové systémy** vid'. okrážok



Obr. 4.5: Hybridný kamerový systém

Teda za hybridný systém považujeme každý systém, ktorý aspoň z časti používa digitalizáciu. Digitalizácia prechádzala postupne a to v nasledovných základných stupňoch prechodu analógových systémov na digitálne:

- analógové kamerové systémy
- analógové kamerové systémy s digitálnym záznamom
- ip kamerové systémy s analógovými kamerami
- ip digitálne kamerové systémy

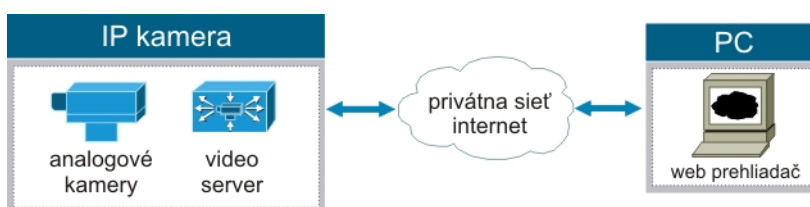
Využitím hybridného kamerového systému sú eliminované nevýhody IP kamerových systémov, hlavne nespoľahlivosť, nestabilita, vysoká finančná náročnosť a nedostupnosť software pre profesionálne využitie.

### 4.3 IP kamerový systém (digitálny)

IP kameru (sieťovú, webkameru) môžeme popísať ako kameru a počítač v jednom. Skratka IP znamená Internet Protocol, čo je najpoužívanejší protokol pre komunikáciu v počítačových sieťach a internete, ktorý umožňuje prenos digitalizovaného videosignálu po metalických, optických alebo bezdrôtových médiach. IP protokol zabezpečuje, aby kamera vysielala živé zábery priamo do siete a umožnila tak autorizovaným užívateľom lokálne alebo na diaľku sledovať, ukladať a spravovať video zábery. [13]

Najrýchlejšie rastúce oblasti medzi zabezpečovacími systémami sú práve IP kamerové systémy. Ich rozvoj prudko rastie s rozvojom komunikačných sietí a znižovaní cien kamerových systémov. Hlavné uplatnenie si nachádza napríklad v:

- integrácií stávajúcich systémov v štátnej správe
- sledovanie komunikácií dopravcov
- sledovanie výrobných procesov, logistiky, skladov v oblasti priemyslu
- ako zabezpečovacie systémy na ochranu majetku
- začlenenie do geografických informačných systémov



Obr. 4.6: IP kamerový systém

#### 4.3.1 Čo je IP kamera?

IP kameru, ako už som vyššie spomínal, môžeme popísať, že je to kamera a počítač v jednom. Zachytáva a vysiela v reálnom čase snímky do IP siete a umožňuje tak sledovať, ukládať či spravovať video záznam. Kamera má svoju vlastnú IP adresu, takže sa v sieti tvári ako samostatné zariadenie bez nutnosti pripojenia k počítaču. Ma vstavaný webový server pre správu kamery, FTP server a klienta, emailového klienta, správu alarmov, programovateľné vstupy a výstupy a mnoho iných.

Okrem zaznamenávania obrazu disponuje ip kamera aj ďalšími funkciami, ako je záznam a prenos zvuku, detekcia pohybu v obraze, stabilizácia obrazu, digitálne vstupy a výstupy, sériové porty pre mechanizmy PTZ (Pan Tilt Zoom) natáčanie, nakláňanie a zoom kamery. Kvalita a rozlíšenie obrazu je závislé na každom type použitej kamery a typu použitej kompresie pri digitalizácii. V IP kamerách sa najviac stretávame s kompresiou poskytovaného obrazu JPEG a M-JPEG súčasne s MPEG-4 alebo tiež MPEG-2. Rozlíšenie podľa typu kamery dosahuje od základného VGA rozlíšenia 640x480 bodov až po vysoké niekoľko megapixelové rozlíšenie. Pre kompresiu zvuku sa používajú AAC, G.711 PCM, G.726 ADPCM a taktiež mp3 kodeky. [12]

#### 4.3.2 Kamerová jednotka

Kamerová jednotka sa skladá z **kamery**, **objektívu**, **polohovacej hlavice** a vo vonkajšom prostredí je potreba **kamerového krytu**.

- **Kamera** - analogová alebo digitálna kamera.
- **Objektív** - zaostruje snímaný obraz na CCD snímač, je naň kladený veľký dôraz, pretože kvalita obrazu snímanej scény je v závislosti s výberom zodpovedajúcej optickej sústavy. Typy objektívov:
  - s pevnou ohniskovou vzdialenosťou (napr. 4 mm)
  - s premenlivou ohniskovou vzdialenosťou (napr. 3,5 - 8 mm)
  - objektívy pre zoom (napr. 6 - 48 mm)
- **Kamerový kryt** - má významnú rolu vo vonkajšom prostredí, kde musí spĺňať elektrotechnické normy, musí byť dostatočne veľký, mal by mať slnečnú striešku a musí obsahovať topenie a teplotné čidlá.
- **Polohovacia hlavica** - je elektromechanické zariadenie vybavené dvoma reverznými motormi buď jednosmernými alebo striedavými, ktoré majú za účel natáčanie a naklápanie kamery všetkými smermi.



Obr. 4.7: Kamera



Obr. 4.8: Kryt



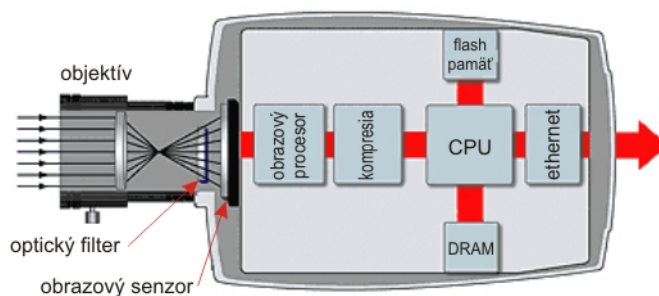
Obr. 4.9: Polohovacie hlavice



### 4.3.3 Bloková schéma IP kamery

Keďže už vieme, čo to je IP kamerový systém, IP kamera a aké sú jej jednotlivé časti, ostáva nám už len pochopiť a popísať princíp činnosti od snímania obrazu kamerou až po streamovaný datový tok posielať do siete.

Obraz snímaný **šošovkami** kamery (obrázok 4.10) môžeme popísať ako svetlo o rôznych vlnových dĺžkach, ktorý sa transformuje do elektrických signálov. Predtým však prejde **optickým filtrom**, ktorý odstráni akékoľvek infračervené svetlo, takže zobrazí správne farby snímku. Potom **obrazový senzor** (CCD/CMOS) prekonvertuje obraz zo svetelných informácií do už spomínaných elektrických signálov. Tieto signály sú následne **komprimované** z analógovej do digitálnej podoby a predané k ďalšiemu spracovaniu **výpočtovej jednotke**. **Procesor (CPU)**, **flash pamäť** a **DRAM pamäť** predstavujú hlavný mozog kamery a sú navrhnuté špeciálne pre sieťové aplikácie. Spoločne obstarávajú komunikáciu po sieti a webovým serverom. [12]



Obr. 4.10: Bloková schéma IP kamery

#### 4.4 Komunikačné rozhrania

Pretože IP kamery sú založené na IP protokole, majú tú výhodu, že ich bez problémov môžeme pripojiť pomocou bezdrôtových technológií, ethernetu či sériového rozhrania kamkoľvek do počítačovej siete. V nasledujúcej časti popíšem komunikačné rozhrania a jednotlivé protokoly, ktoré sú v IP kamerách implementované.

#### 4.5 Ethernet

Medzi najpoužívanejším rozhraním, cez ktoré prebieha sieťová komunikácia kamery s okolím, je Ethernet. Zároveň je to i najrozšírenejšia a najprepracovanejšia sieťová technológia súčasnosti ako v komerčnom sektore, tak i v priemyselnej automatizácii. Ethernetové rozhranie môže bez problémov prenášať obrazové informácie kamier veľmi vysokými rýchlosťami rádovo od 10 Mbit/s do 10 Gbit/s. Ako prenosové médium sa používa krútená dvojlinka (UTP) zakončená koncovkami RJ-45 zapojenými buď priamo alebo krýžene, taktiež aj optické vlákno. Veľkou výhodou štandardu Ethernet je dostupnosť lacného hardwaru pre stavbu rozsiahlej siete.

Verzie Ethernetu:

- **Ethernet** - pôvodná varianta s prenosovou rýchlosťou 10 Mbit/s, definovaná pre prenos po koaxiále, krútenej dvojlinke i optickom vlákne.
- **Fast Ethernet** - rýchlejšia varianta s prenosovou rýchlosťou 100 Mbit/s, definovaná štandardom IEEE 802.3u. Prenos má štandardizovaný pre:
  - 100BASE-TX - krútená dvojlinka
  - 100BASE-FX - optické vlákno.
- **Gigabitový Ethernet** - zvýšená prenosová rýchlosť na 1 Gbit/s, avšak v praxi je používaný ako prepínaný s plným duplexom. Možné použitie len u rovnakého formátu ramca. Prenos má štandardizovaný pre:
  - 1000BASE-T - 1 Gbit/s cez medenú kabeláž cat-5e, cat-6

- 1000BASE-SX - 1 Gbit/s cez multi-módové vlákno do 550 m
- 1000BASE-LX - 1 Gbit/s cez multi-módová vlákno do 10 km
- 1000BASE-LH - 1 Gbit/s cez single-módové vlákno do 100 km
- **10 Gigabitový Ethernet** - posledná štandardizovaná verzia IEEE 802.3ae prijatá v roku 2003 s rýchlosťou prenosu 10 Gbit/s pre optické vlákna (10GBASET-T).

#### 4.5.1 IP adresa

Ak chceme pripojiť nejaké zariadenie do internetu alebo nejakej LAN, WAN siete budeme potrebovať unikátnu adresu, podľa ktorej sme v sieti jednoznačne identifikovateľný a tou je **IP adresa**. Jedno zariadenie môže mať aj viacero IP adries, ak má viac sieťových adaptérov. IP adresy si len tak nie je možné vymyslieť. IP adresy delíme na **verejné** a **privátne**. Verejné prideliť medzinárodná autorita poverená správou IP adries. Privátne adresy sa v rámci LAN siete vypočítavajú na základe rozsahu siete. V súčasnej dobe sa používa 32 bitová verzia IPv4 (4 294 967 296 IP adres v tvare 192.168.48.39), ale postupne sa už od roku 2005 z dôvodu nedostatku IP adries zavádza 128 bitová IPv6 (astronomicky veľké číslo  $6 \times 10^{23}$  IP adries na  $1 \text{ m}^2$  zemského povrchu, zapisuje sa ako 8 skupín po štyroch hexadecimálnych číslic 2001:0718:1c01:0016:0214:22ff:fec9:0ca5).

Adresa IPv4 sa skladá z troch základných častí a to z **adresy siete**, **adresy podsiete** a **adresy počítača**. Podľa toho ako sú rozsiahle rozlišujeme tri základné triedy IPv4 adries:

- **trieda A** - u nás ju nikto nemá, dovoľuje adresovať 126 sietí, v každej 16 miliónov počítačov, rozsah adries 0.0.0.0 až 127.255.255.255
- **trieda B** - u nás významné organizácie, adresuje už 16 000 sietí, v každej 65 000 počítačov, rozsah adries 128.0.0.0 až 191.255.255.255
- **trieda C** - u nás najpoužívanejšia, adresuje až 2 milióny sietí, v každej 254 počítačov, rozsah adries 192.0.0.0 až 223.255.255.255

#### 4.5.2 MAC adresa

Skratka MAC (Media Access Control) je jedinečný identifikátor sieťového zariadenia priradená výrobcom, ktorú používajú rôzne protokoly druhej (spojovej) vrstvy modelu OSI. MAC adresa sa skladá z 48 bitov a mala by sa zapisovať ako tri skupiny hexadecimálnych čísel (napr. 0123.4567.89ab), avšak častejšie sa zapisuje ako šesťica dvojčíferných hexadecimálnych čísel oddelených pomlčkami alebo dvojbodkami (napr. 01-23-45-67-89-ab alebo 01:23:45:67:89:ab)

#### 4.5.3 Protokoly TCP/UDP/IP

**TCP (Transmission control protocol) protokol** je protokolom transportnej vrstvy, ktorý poskytuje spoľahlivý duplexný prenosový kanál pre prenos dát. Rozdeľuje veľké objemy dát a zabaľuje ich do menších paketov o veľkosti 64kb na zdrojovom uzle a na



koncovom ich znovu zostavuje do pôvodnej podoby bez strát. Všetky pakety kontroluje a v prípade chybného prenosu paketu sa prenos opakuje. Konce spojenia „odosilateľ“ a „adresát“ sú určené tzv. číslom portu, ktoré má rozsah dvojbajtového čísla od 0 do 65 535.

**UDP (User Datagram Protocol)** je taktiež protokolom transportnej vrstvy, len s výnimkov, že oproti TCP protokolu negarantuje doručenie zasielaných dát, takže vynecháva všetky kontrolné mechanizmy a zanecháva samotnú kontrolku aplikačnej vrstve. Čísla portov sú taktiež v rozsahu od 0 do 65 535.

**IP** je základným protokolom internetu používajúci dva štandardné prenosové protokoly TCP a UDP. Jedná sa o datový protokol sieťovej vrstvy OSI modelu, ktorý u každého paketu overuje korektnosť a obhospodaruje adresovanie, aby pakety smerovali k správ nemu adresátovi. IP protokol v sebe zahrnuje radu ďalších protokolov ako sú napríklad ICMP (Internet Control Message Protocol), ARP (Address Resolution Protocol) a RARP (Reverse ARP), OSPF (Open Shortest Path First ) a IGMP (Internet Group Management Protocol).

#### 4.5.4 Protokol HTTP/HTTPS

**HTTP (Hyper Text Transfer Protocol)** pre bežné použitie pri komunikácii s webovými servermi, teda pri surfovaní na internete. U sieťového videa je to najbežnejší spôsob prenosu video streamu, či už z kamery alebo video serveru, ktoré sprístupňujú video užívateľovi alebo aplikačnému serveru. Používa prenosový protokol TCP na porte 80.

**HTTPS (Hypertext Transfer Protocol přes Secure Socket Layer)** je to vlastne HTTP protol, ktorý používa zabezpečený prístup použitím šifrovacích technológií a autentizačných certifikátou. U sieťového videa zabezpečuje prenos pomocou digitálnych certifikátou X.509. Používa prenosový protokol TCP na porte 443.

#### 4.5.5 Protokol RTSP/RTP/RTCP

**RTP (Real Time Transport Protocol)** je internetový protokol pre prenos dát v reálnom čase. Je to najefektívnejšia metóda s najkratšou latenciou pre unicastové vysielani (pre každý cieľ je vysielaná jedná kópia zo zdroja) i multicastové (data sú vysielané len raz). Nezaručuje doručenie jednotlivých paketov a ani ich poradie. Používa prenosový protokol UDP na portoch 5004, 5005, 6970, ale môžu byť i iné.

**RTCP (RTP Control Protocol)** slúži k riadení toku RTP relácie na základe sledovania kvality služby QoS. Je pomalší než RTP, prenosový protol je UDP a port je zvyčajne o jedno číslo väčší ako u RTP.

**RTSP (Real Time Streaming Protocol)** je na úrovni aplikácie pre kontrolu doručovania obsahu datového streamu u unicastového vysielania. Používa prenosový protokol TCP a port je voliteľný.

### 4.6 Bezdrôtové technológie

Ďalším rozhraním, ktorým bývajú kamery vybavené súčasne s Ethernetom je rozhranie WiFi podľa štandardu 802.11g. Má veľkú výhodu, že nie je potreba inštalovať

kabeláž, len je potreba príslušného hardwaru. Nevýhoda bezdrôtu spočíva v nespoľahlivosti prenosu z dôvodu rušenia signálu alebo zahľtenosti nelicencovaného pásma a to môže spôsobovať výpadky.

#### 4.6.1 Štandard IEEE 802.11

Tento štandard bol prijatý v roku 1997, zahrnuje šesť druhov modulácií pre vysielanie rádiového signálu, pričom všetky používajú rovnaký protokol. Medzi najpoužívanejšie štandarty patria:

- **802.11a** - používa pásmo 5 GHz a poskytuje teoretickú rýchlosť až 54 Mbit/s, skutočnej priepustnosti 24 Mbit/s na vzdialenosť 30 m vo vnútorných priestoroch. Štandard podporuje len obmedzený rozsah produktov.
- **802.11b** - používa pásma 2,4, 3,6 a 5,4 GHz, poskytuje teoretickú rýchlosť až 11 Mbit/s, skutočnej priepustnosti 5 Mbit/s na vzdialenosť 100 m vo vonkajšom prostredí.
- **802.11g** - vychádza zo štandardu 802.11b, ale poskytuje vyššiu teoretickú rýchlosť 54 Mbit/s, skutočnej priepustnosti 24 Mbit/s na vzdialenosť 100 m vo vonkajšom prostredí v pásme 2,4 GHz.

#### 4.6.2 WiFi

**WiFi (Wireless Fidelity)** ide o označenie loga udeľovaného výrobkom pracujúcim podľa štandardov 802.11a/b/g, ktoré sú medzi sebou vzájomne prepojené. V podstate je to štandard pre lokálne bezdrôtové siete (Wireless LAN, WLAN), ktoré nahrádzajú káblový Ethernet. WiFi zariadenia sú dnes prakticky v každom prenosnom zariadení (napr. notebook, mobilný telefón). [9]

#### 4.6.3 Bluetooth

Technológia **Bluetooth** je podobne ako WiFi dostupná rádiová frekvencia v pásme 2,4 GHz, pomocou ktorej sa môžu vzájomne prepojiť zariadenia vybavené týmto rozhraním na desiatky až stovky metrov, avšak je omnoho pomalšia. Bluetooth protokol delí pásmo na 79 kanálov, každé o šírke 1 MHz a prepína medzi nimi 1600 krát za sekundu. Pomocou tohto rozhrania je možné si vytvoriť PAN sieť medzi notebookom, mobilným telefónom, kamerou, fotoaparátom, tlačiarňou, klávesnicou, myšou či reproduktorom. V podstate môžeme povedať, že Bluetooth je bezdrôtové USB a WiFi je bezdrôtový Ethernet.

### 4.7 Sériové rozhranie

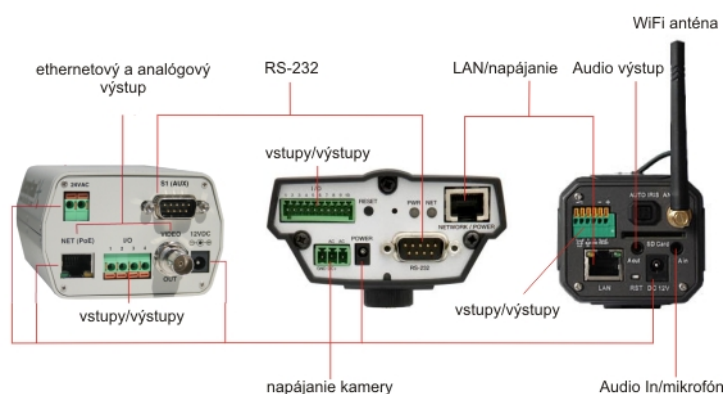
Posledným rozhraním pre pripojenie kamery je **sériové rozhranie** využívané pre funkciu PTZ (Pan Tilt Zoom), ktoré umožňujú ovládanie natočenia, naklopenia či priblíženia obrazu kamery. Sériová komunikácia predstavuje prenos informácií po jednej datovej linke. Data sú odosielané alebo prijímané bit po bite v prenosovom rámci, ktorý má označený začiatok a koniec. Rozlišujeme synchronný a asynchronný prenos dát.

#### 4.7.1 RS-485

Rozhranie **RS-485** je vhodné pre väčšie vzdialenosti až na 1,2 km po dvojici vodičov, v prevedení krúteného páru.

#### 4.7.2 RS-232

Rozhranie **RS-232** sa používa pre prepojenie dvoch zariadení medzi sebou na menšie vzdialenosti, maximálne 50 m.



Obr. 4.11: Komunikačné rozhrania IP kamier

### 4.8 Zhrnutie pojmov

Po prečítaní tejto kapitoly by malo byť jasné, čo je to IP kamera, aké druhy kamerových systémov využívame a z akých komponentov sa skladajú. V práci sa budeme stretávať len s IP kamerovým systémom, ktorý je z troškou orientácie sa vo vyhľadávачoch voľne dostupný pre každého užívateľa internetu. Pri návrhu a implementácii som sa zameral na kamerové systémy od výrobcu Axis. Technická dokumentácia je uvedená v prílohach. V ďalšej časti boli popísané komunikačné rozhrania, ktorými je možné pripojiť kamerové systémy k sieti alebo do internetu a základné komunikačné protokoly pre prácu s nimi.

## 5 Mobilné zariadenia

Dnešný životný štýl je charakteristický mohutným nasadením mobilných technológií, ktoré sa vyvíjajú vpred závratnou rýchlosťou. Každá činnosť spojená s informačnými technológiami a internetom vyžaduje priamy kontakt s počítačom, ktorá nám niekedy nevyhovuje, či už z pracovných povinností alebo z dôvodu odcestovania. Preto sme dnes schopný vybaviť všetky tieto činnosti pohodlne a rýchlo cez mobilné zariadenia.

### 5.1 Špecifikácia mobilných zariadení

Mobilné zariadenie je vlastne malý počítač obsahujúci základnú dosku, procesor (CPU), hlavnú pamäť, operačnú pamäť, klávesnicu, displej a vysielateľ/prijímač GSM, GPRS, HSCSD, bluetooth a pod. Zariadenia disponujú širokým spektrom funkcií. Okrem telefonovania je možné sa cez ne pripojiť na internet, prezerať WAP stránky, posilať a prijímať textové a multimediálne správy, pracovať s kancelárskymi produktmi, organizovať si čas a udalosti a majú veľké množstvo multimediálnych funkcií, tak isto je možné ich spojiť s inými zariadeniami cez infračervený port, bluetooth alebo dátový kábel, tieto možnosti pripojiteľnosti sú však odlišné u každého typu mobilného zariadenia. Ovládanie a fungovanie mobilných zariadení je taktiež odlišné v závislosti od typu a výrobcu.

### 5.2 Operačné systémy

#### 5.2.1 Windows Mobile

Je operačný systém pre mobilné zariadenia PDA, smartphony a portable media center, ktorý je založený na Windows CE, vyvinutý firmou Microsoft. Je založený nad Win32 API klasického operačného systému Microsoft Windows, avšak obsahuje celkom iné hybridné jadro.

#### 5.2.2 Palm OS

Operačný systém určený pre PDA a komunikátory od firmy PALM. Jeho výhodou sú nízke nároky na výkon, pamäť a rýchlosť, pretože v jednom okamžiku môže bežať len jedná aplikácia. Pri prepínaní medzi aplikáciami si aplikácia uloží posledný stav, takže užívateľ nepozná, že aplikácia sa spúšťa odznova. Od verzie 5 umožňuje spustiť jednu až dve aplikácie ako rezidentné, čo znamená napríklad prehrávanie mp3 na pozadí.

#### 5.2.3 Symbian OS

Proprietárny operačný systém navrhnutý predovšetkým pre smartphony - chytré telefóny. Symbian OS je nasledovníkom systému EPOC používaného vo vreckových počítačoch Psion a bežia výhradne na procesoroch ARM. V súčasnej dobe sa jedná o operačný systém reálneho času. Systém je otvorený s možnosťou pridávania natívnych aplikácií, ktoré závisia od verzie operačného systému. Najviac používaný je v telefónoch od firmy Nokia.

### 5.2.4 Android

Operačný systém založený na Linuxe určený pre PDA, smartphony a navigácie. Vynutý bol firmou Google, ktorá následne celú platformu i so zdrojovými kódmi predala združeniu firiem Open Handset Alliance. Android SDK umožňuje písať aplikácie v jazyku Java s využitím Google knihozien. Prvá verzia bola vydaná začiatkom roku 2008 a na náš trh sa dostala až začiatkom roku 2009 s telefónom G1.

### 5.2.5 iPhone OS

Operačný systém od firmy Apple, ktorý je určený pre mobilné telefóny iPhone a hudobné prehrávače iPod Touch. Tento systém je často označovaný ako OS X.

## 5.3 HTC MDA Touch (T-Mobile)

Ako testovacie zariadenie pre vyvíjanú aplikáciu v tejto diplomovej práci používam smartphon HTC MDA Touch (obrázok 5.1) od firmy HTC s operačným systémom Windows Mobile 6.1. Bližšie informácie o tomto zariadení uvádzam v nižšie uvedenej tabuľke 5.1.

HTC MDA Touch (T-Mobile)	
<b>Systém</b>	Windows Mobile 6.1 Professional
<b>Sieť</b>	GSM 900/1800/1900 MHz
<b>Data</b>	GPRS + EDGE + WiFi (802.11b/g)
<b>Displej</b>	2,8, QVGA (240x320 pixelov), 65.536 farieb
<b>Procesor</b>	Texas Instruments OMAP 850, 201 MHz
<b>Pamäť</b>	256 MB FlashROM, 128 MB RAM
<b>Fotoaparát</b>	2 Mpix CMOS snímač
<b>Ostatné</b>	microSD / transFlash (SDHC), Bluetooth 2.0

Tabuľka 5.1: HTC MDA Touch (T-Mobile)



Obr. 5.1: HTC MDA Touch (T-Mobile)

## 5.4 Vývojové programovacie prostriedky

Táto diplomová práca bude vyvíjaná pre platformu Windows Mobile, preto následne popíšem vývojové programovacie prostredky a technológie, ktoré budem pri vývoji aplikácie používať.

### 5.4.1 Visual Studio .NET

**Microsoft Visual Studio** prináša jednotné zdieľané vývojové prostredie (IDE), v ktorom môžu programátori vyvíjať svoje aplikácie rýchlejšie s prístupom ku kľúčovým funkciám pre zvyšovanie produktivity a to bez ohľadu na programovací jazyk [1] (musí byť z dielne Microsoft). Aplikácia je písaná vo verzii Visual Studio 2008 Profesional licencovaná školskou licenciou VŠB-TUO.

### 5.4.2 .NET Compact Framework

Ak chceme vyvíjať aplikáciu pre mobilné zariadenia, na vyššie spomínanej platforme Windows mobile, máme na výber dve možnosti. Buď ju realizujeme vo forme **webovej aplikácie** (napríklad pomocou technológie ASP.NET stránok) a použijeme technológiu **Microsoft Mobile Internet Toolkit** alebo ako klasickú aplikáciu prostredníctvom **Visual Studio** s **.NET compact frameworkom**. [15]

**.NET Compact Framework** je vývojové prostredie určené pre programátorov, ktorý vyvíjajú aplikácie pre mobilné zariadenia vo Visual Studiu .NET. V diplomovej práci používam najnovšiu verziu .NET Compact Frameworku 3.5.

### 5.4.3 DirectShow

Významným multimedialným frameworkom na platforme Windows mobile je **DirectShow**, ktorý je podporovaný od verzie Windows Mobile 5.0. Jeho význam je dôležitý najmä preto, že je implicitne zahrnutý v prehrávači Windows Media Player.

**DirectShow** (tiež označovaný DShow i DS) je multimedialný framework a API vytvorené firmou Microsoft pre softwarových vývojárov, aby slúžil k rôznym operáciám s multimedialnými súbormi. Nahrádza predchádzajúcu technológiu VfW (Video for Windows). Je založený na programovacom frameworku COM (Component Object Model) Microsoft Windows, vďaka čomu ponúka spoločné rozhranie pre média v mnohých programovacích jazykoch Microsoftu.

**DirectShow** pracuje podľa takzvaných schém filtrov, ktoré nahrádzajú kodeky. Najskôr analyzuje prehrávaný súbor, načíta potrebné filtre a potom daný súbor prehráje.

Aj napriek tomu že DShow je súčasťou DirectX, nemá príliš silnú pozíciu na poli multimedialných frameworkov a Microsoft ho nahrádza formátom Media Foundation od verzie operačného systému Windows Vista. [1]

#### 5.4.4 Značkovací jazyk XML

**XML (eXtensible Markup Language)** je rozšíriteľný značkovací jazyk podobný jazykom HTML a SGML. Sú to jazyky využívajúce technológiu značiek (tag-ov). XML prevzal veľa dobrých vlastností či už od predchodcu SGML alebo staršieho súrodenca HTML. Jazyk XML má veľmi jednoduché, ale na druhej strane veľmi prísne pravidlá pri vytváraní XML dokumentov. Tieto syntaktické pravidlá sa musia striktne dodržiavať:

- XML dokument obsahuje aspoň jeden element
- Pravidlá tvorenia názvov XML elementov
- XML dokument obsahuje koreňový element
- XML rozlišuje malé a veľké písmená
- XML elementy sa nesmú krížiť
- Pravidlá pre XML atribúty
- Zakázané znaky v obsahu XML dokumentu

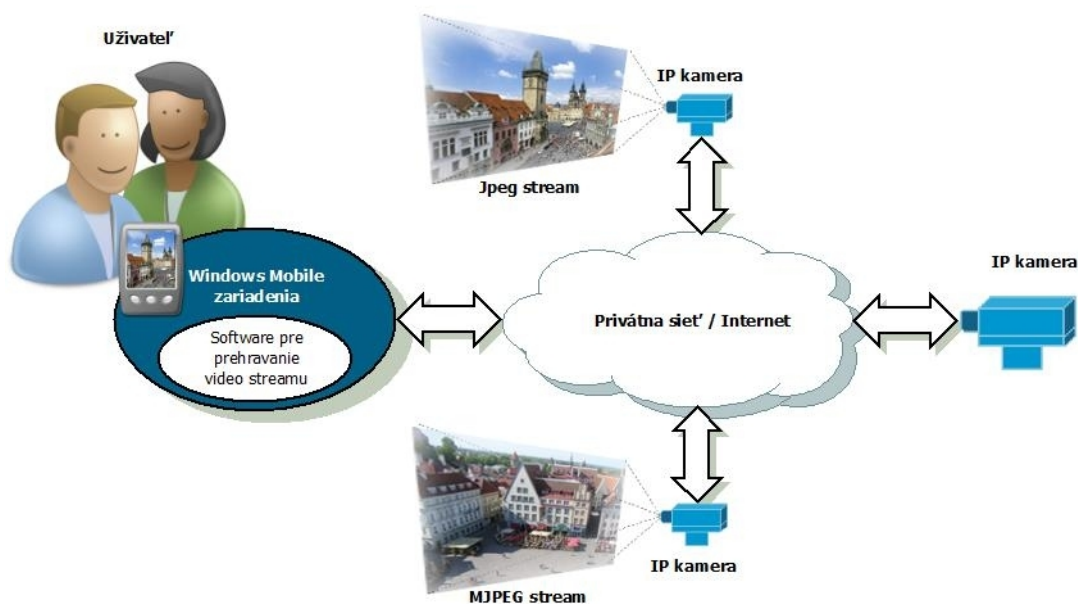
## 6 Špecifikácia požiadavkov

V tejto kapitole sa venujem podrobnej špecifikácii požiadavkov, ktoré sú kladené na navrhovaný software, i tie ktoré sú zahrnuté v zadání tejto diplomovej práce.

### 6.1 Obecná charakteristika software

Software pre prehrávanie video streamu na mobilných zariadeniach má slúžiť predovšetkým užívateľom mobilných zariadení, pre individuálne potreby, či už ostrahu sledovaného objektu kamerovým systémom alebo jednoducho pre prenos streamového videa do zariadenia z IP kamery s možnosťou obsluhy špeciálnych funkcií, ako je pohyb a priblíženie (PAN/TILD/ZOOM), či nahrávanie streamu. Požiadavky pre mobilnú aplikáciu sú veľmi individuálne v závislosti od užívateľa, ktorý ju bude využívať. Aplikácia musí byť dostatočne flexibilná, aby ju bolo možné využiť v rôznych zariadeniach so systémom Windows Mobile 5.0 a vyšší a taktiež v závislosti na rýchlosti pripojenia do internetovej siete. Keďže v súčasnosti je na trhu s IP kamerami a kamerovými systémami veľmi veľa výrobcov, je potreba užívateľovi zaistiť pripojenie premenného množstva kamier rôzneho typu. Tento fakt je potrebné zohľadniť pri návrhu architektúry aplikácie.

Jedným zo základných požiadavkov na software je, aby jeho nasadenie nebolo limitované obmedzeným repertoárom funkcií ani použitím kamerového systému, zloženého z obmedzeného typu kamier a preto musí umožniť ľahké rozšírenie funkcionality aplikácie. Pri správnom návrhu aplikácie podľa vyššie uvedených požiadavkov, bude relatívne ľahké ju rozšíriť o samotné funkcie i ovládacie prvky pre obsluhu.

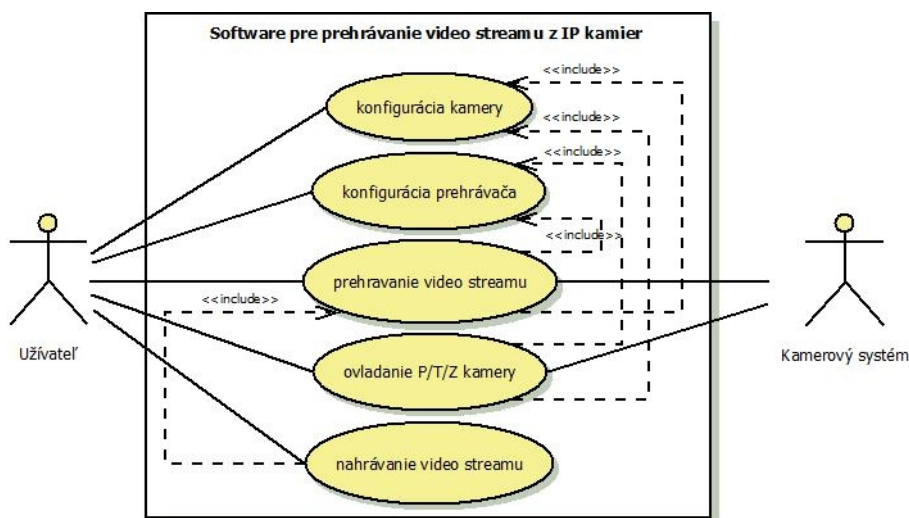


Obr. 6.1: Obecný pohľad na aplikáciu



## 6.2 Požiadavky kladené na software

V podrobnej charakteristike návrhu som si analyzoval primárne funkcie a funkcie, ktoré vyplývajú zo zadania diplomovej práce. Výsledok je zobrazený v diagrame prípadu užitia (obrázok 6.2), ktorý následne podrobnejšie popíšem.



Obr. 6.2: Prípad užitia aplikácie

### 6.2.1 Popis rolí a funkcií

- **Kamerový systém** - IP kamery pripojené do privátnej siete alebo internetu
- **Užívateľ** - osoba využívajúca vyvýjanú aplikáciu v prenosnom zariadení typu PDA alebo smartphone
- **Konfigurácia kamery** - nastavenie parametrov určitého typu kamery (kamerového systému) pre funkčnosť aplikácie
- **Konfigurácia prehrávača** - nastavenie parametrov pre vytvorenie spojenia s kamerou (kamerovým systémom)
- **Prehrávanie video streamu** - získavanie snímok z kamery (kamerového systému)
- **Ovládanie P/T/Z kamery** - ovládacie prvky pre obsluhu kamery (kamerového systému)
- **Nahrávanie video streamu** - ukladanie získaného video streamu z kamery (kamerového systému) na fyzické úložisko do zariadenia

### 6.3 Požiadavky na použité technológie

Zadanie diplomovej práce nešpecifikuje požiadavky na použité technológie pre finálnu aplikáciu. A preto, za východzie technológie volím mobilný operačný systém Windows Mobile vo verziách 5.0, 6.0, 6.1, 6.5, nad platformou .NET Compact Framework 3.5, vývojové prostredie volím Visual studio 2008 pre programovací jazyk C# od spoločnosti Microsoft.

Zvolené technológie pre implementáciu systému boli porovnávané s tromi možnosťami Java a Java Media Framework, ktorý umožňuje prácu s multimediálnymi datami prenášanými v reálnom čase, C++ a technológia DirectShow s filtrami, C# a technológia s .NET Compact Frameworkom. Po zvážení všetkých vlastností jednotlivých technológií a hlavných požiadavkov na použitú technológiu bola vybrána práve C# s .NET Compact Frameworkom z dôvodu prehľadného programovania a stability. [16] Java Media Framework je veľmi nestabilná a veľmi hardwarovo náročná i pri použití a vyskytuje sa v nej veľa chýb. Preto som ju zamietol spolu s C++ a DirectShow z dôvodu náročnosti.

### 6.4 Uživateľské rozhranie

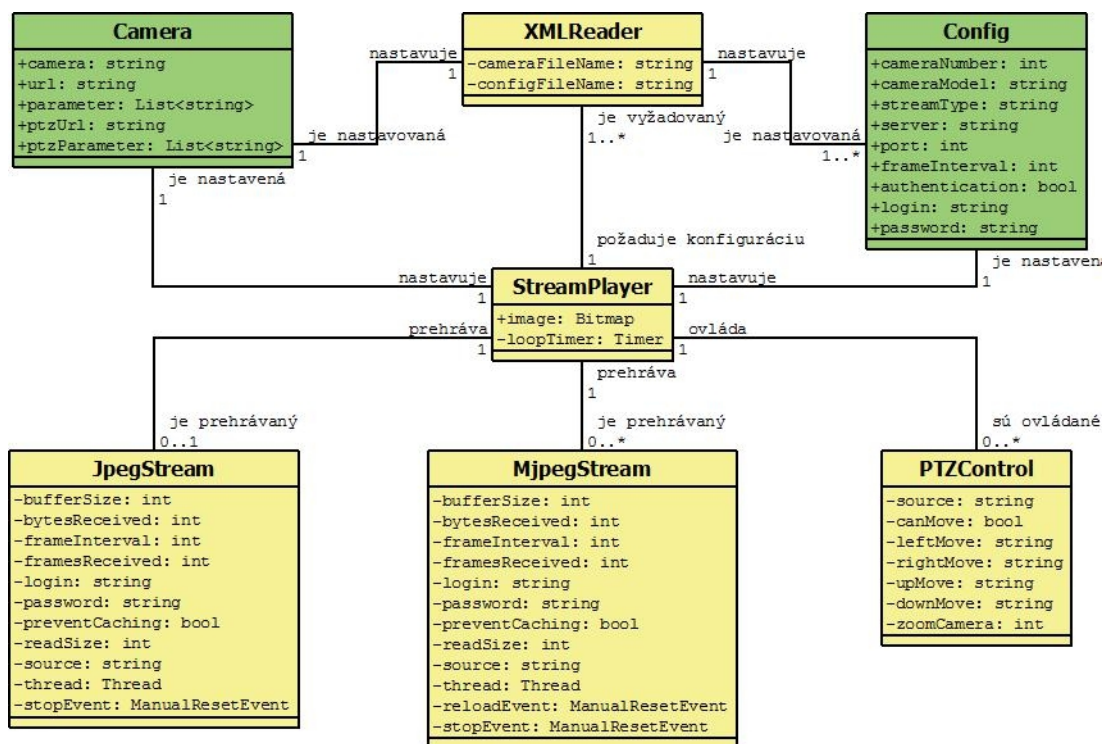
Rozhranie pre komunikáciu s užívateľom je navrhnuté štandardným spôsobom, pre najjednoduchšiu a intuitívnu obsluhu a správu softwaru.

## 7 Analýza a návrh softwarového systému

V tejto kapitole sa venujem obecnej problematike prehravania video streamu na mobilnom zariadení, ďalej si popíšeme ďalšie funkcie z modelu prípadu užívania vytvoreného v rámci správy požiadavkov, nadefinujem architektúru systému a navrhнем konceptuálny datový model. [14]

### 7.1 Konceptuálny datový model

Základný koncept datového modelu mobilnej aplikácie v nižšie uvedenom diagrame tried (obrázok 7.1) ilustruje základné entity a vzťahy, ktoré sú nevyhnutné pre prehrávanie, nahrávanie video streamu a ovládanie IP kamier. Tento koncept umožňuje široké využitie tohto softwaru, pretože jeho vlastnosti a funkcie bude možné prispôbovať pre každý typ kamery zvlášť. Ďalšou z veľkých výhod tejto koncepcie je, že umožní potenciálnemu užívateľovi upraviť si systém podľa svojich potrieb, vzhľadom na používaný kamerový systém na úkor úpravy konfiguračného XML súboru.



Obr. 7.1: Konceptuálny datový model

- **Camera** - entita reprezentuje fyzickú kameru (kamerový systém)
- **Config** - entita reprezentuje parametre pre pripojenie ku kamere (kamerovému systému)

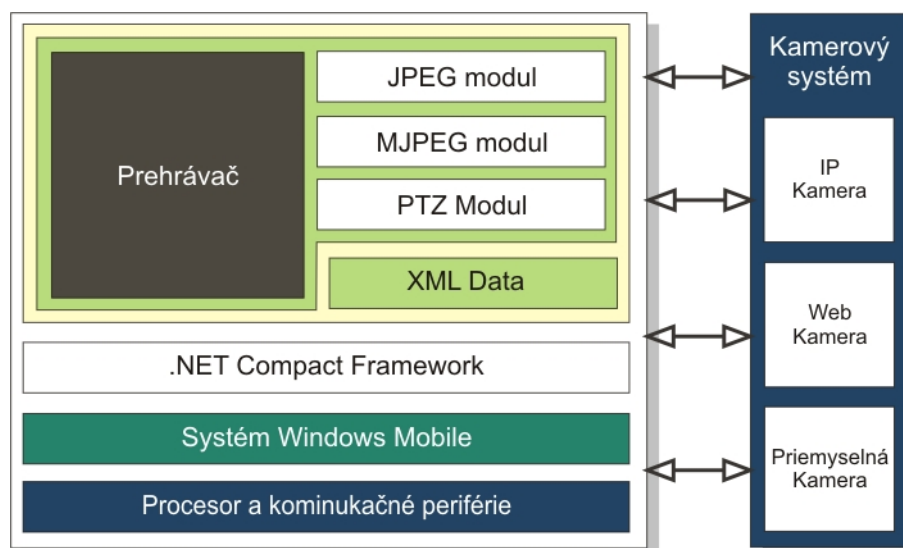
- **XMLReader** - entita reprezentuje prácu s konfiguračnými XML súbormi
- **StreamPlayer** - hlavná entita reprezentujúca mobilný prehrávač video streamu z kamery (kamerového systému)
- **JpegStream** - entita reprezentuje JPEG stream z kamery (kamerového systému)
- **MjpegStream** - entita reprezentuje MJPEG stream z kamery (kamerového systému)
- **PTZControl** - entita reprezentuje ovládanie pohybu a približovanie obrazu kamery (kamerového systému)

Kompletný zoznam a popis atributov konceptuálnej schémy nebudem popisovať v tejto časti diplomovej práce, pretože túto časť obsahuje programátorská dokumentácia v prílohach.

## 7.2 Architektúra systému

Architektúra systému (obrázok 7.2) je založená na myšlienke, ktorá vychádza zo špecifikácie požiadavkov a tou je nezávislosť na použití konkrétneho typu kamerového systému. Preto v návrhu architektúry systému sú oddelené XML data od aplikačnej logiky, z dôvodu možnosti konfigurovania premenlivého typu a počtu kamier bez zásahu do programového kódu systému.

Mobilná aplikácia bude mať v základnej verzii implementované 3 základné moduly. Prvý **JPEG modul** bude slúžiť pre prístup k jpeg obrazovému streamu kamery. Druhý **MJPEG modul** bude obsluhovať prístup k mjpeg obrazovému streamu kamery. Posledný **modul PTZ** bude obstarávať ovládanie špeciálnych funkcií ako je rotácia či zoom kamery.



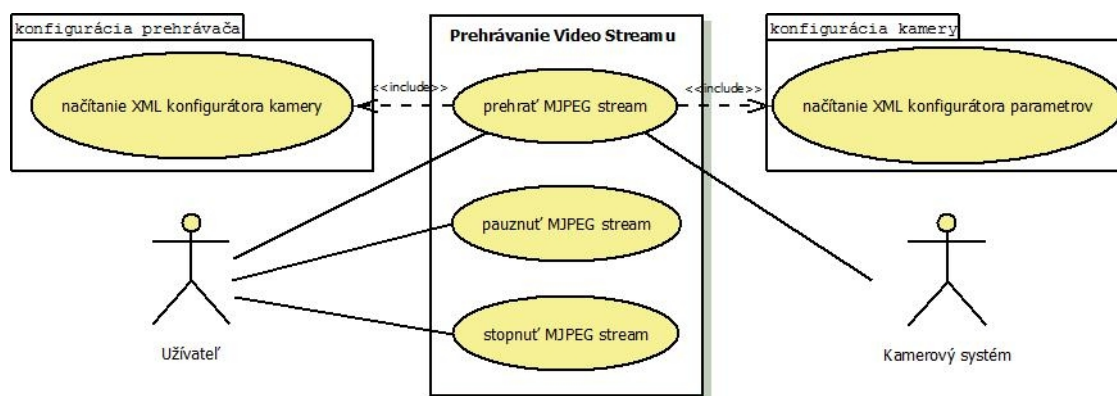
Obr. 7.2: Architektúra systému

### 7.3 Analýza prípadu užitia

V analýze prípadu užitia detailnejšie popisujem dekompozíciu základnej úrovne prípadu užitia (obrázok 6.2). V tomto prípade rozoberiem podrobne len najzaujímavejší prípad a to „prehrávanie video streamu“, ktorý vyjadrim detailnejším prípadom užitia a súvisiacim diagramom aktivít.

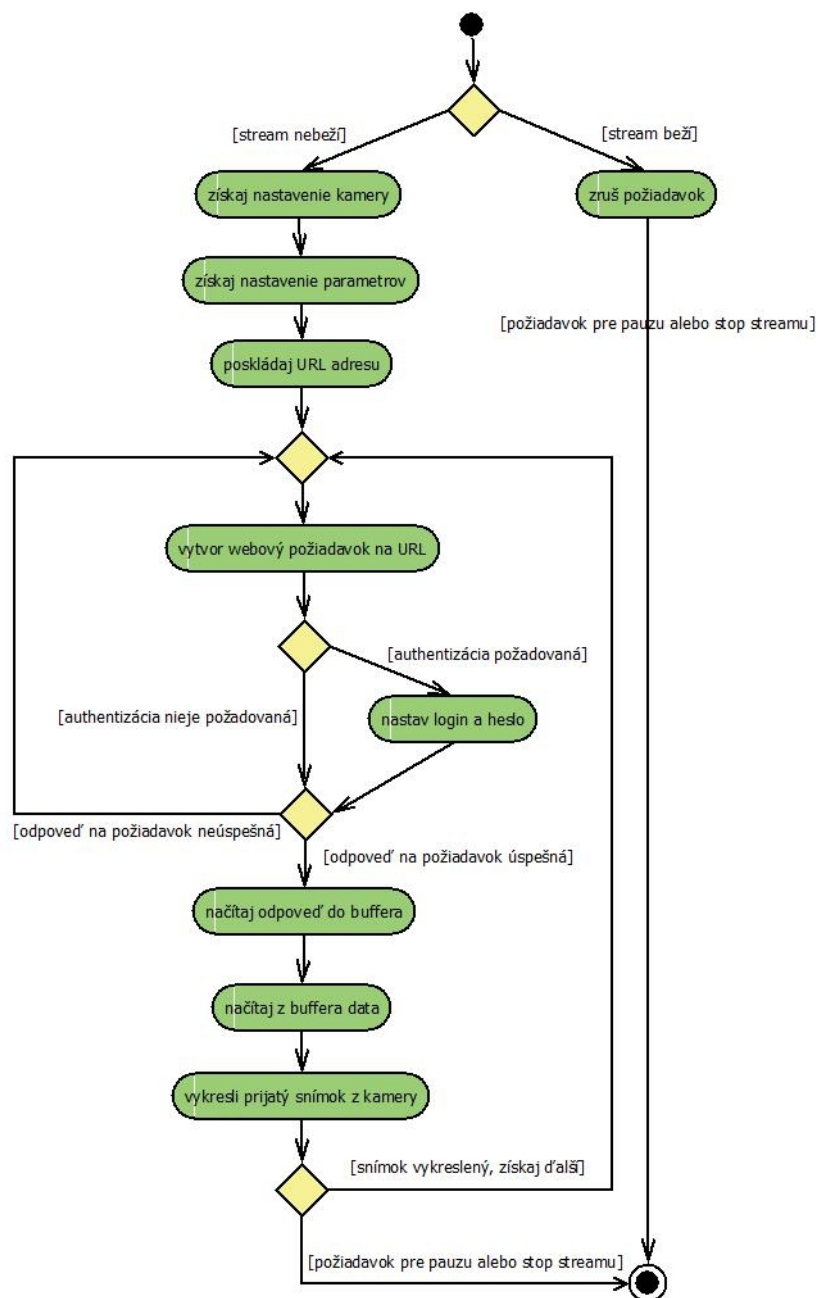
#### 7.3.1 Prípad užitia - prehrávanie video streamu

Prehrávanie video streamu je základnou činnosťou obecného modelu navrhovaného softwaru pre prehrávanie video streamu. Na dekomponovanom obrázku 7.3 sú zachytené činnosti spojené s prehrávaním video streamu. K týmto činnostiam má prístup potenciálny užívateľ, ktorý môže video stream ovládať základnými funkciami s možnosťou prehrať, stopnúť alebo pauzovať tok dát. K činnosti prehrať pristupuje i role kamerový systém, ktorý zabezpečí a sprostredkuje tok dát k užívateľovi.



Obr. 7.3: Prípad užitia prehrávania video streamu

V diagrame aktivít (obrázok 7.4) je možné vidieť, že pokiaľ je prehrávanie streamu spustené tak užívateľ má k dispozícii dve operácie nad bežiacim streamom a to stop alebo pauza. Pokiaľ stream nebeží, systém vytvára požiadavok na kamerový systém so žiadosťou prijať snímok, ktorý je buď úspešný alebo nie. Táto operácia sa cyklí z čoho vzniká sekvencia snímkov z kamerového systému nazývaná video stream.



Obr. 7.4: Diagram aktivít prehrávania video streamu

## 8 Implementácia

Obsahom tejto kapitoly sú implementačné detaily a problémy, ktoré vznikli pri vývoji programu pre spracovanie video streamu z IP kamier pomocou zvolenej technológie .NET. Tento popis vývoja softwarového diela môže byť užitočný, pokiaľ by sa čitateľ stretol s nejakými vzniknutými problémami pri práci v podobnej oblasti alebo mal záujem o rozšírenie stávajúcej funkčnosti mobilnej aplikácie.

Zdrojové kódy programu sú podrobne komentované v anglickom jazyku v programátorskej dokumentácii v prílohach tejto diplomovej práce a na priloženom CD. V tejto kapitole preto nepopisujem časti kódu, ale datové štruktúry vyššej úrovne, logiku zložitejších algoritmov a tiež nečakané technické problémy či obmedzenia, s ktorými som sa pri implementácii stretol.

### 8.1 Implementácia pomocou vlákien

Základom pre používanie vlákien pri implementácii aplikácie je naimportovať menový priestor **System.Threading.Thread**, ktorého elementy potrebujem pre ďalšiu prácu. U vývoja aplikácie som použil vákno pre prácu s video streamom:

- **Start** - k určení metódy, ktorá bude spustená v novom vytvorenom vlákne slúži delegát **ThreadStart**, ktorý predpisuje metódu bez vstupných parametrov. Inštanciou tohto delegáta, ktorý je asociovaný v mojom prípade metódou *workedThread* následne predám konštruktoru triedy **Thread**. K tomu, aby bolo vlákno spustené je potreba zavolať metódu **Start**
- **Stop** - spustené vlákno, čiže bežiaci video stream ukončím zavolaním metódy **Abort**, ale potom je potreba zavolať metódu **Join**, ktorá mi zabezpečí dobu na ukončenie závislých operácií na tomto vlákne
- **Pause** - pomocou metódy **Sleep** uspím vlákno na požadovanú dobu, čím simulujem pauzu bežiaceho video streamu

### 8.2 Logika JPEG streamu

Modul je implementovaný štandardným spôsobom pomocou vlákien, tak aby splňoval všetky definované kritéria modulu pre prehrávanie JPEG video streamu IP kamery. Je určený pre naviazanie spojenia s IP kamerou a následnému získavaniu obrazu podľa preddefinovaných parametrov užívateľa. Snímky z kamery získava pomocou HTTP protokolu. Okrem klasického prístupu k video serveru IP kamery umožňuje prístup i za použitia identifikačných údajov respektíve užívateľského mena a hesla.

Implementácia spomínaného sieťového prístupu k JPEG streamu IP kamery pomocou HTTP protokolu vyžaduje importovať menový priestor **System.Net**. Potom pomocou tried *WebRequest* a *WebResponse*, ktoré sú založené na princípe datových prúdov, systém vytvorí požiadavok na IP kameru so žiadosťou o snímok.

URL JPEG streamu IP kamery, na ktorý sa systém dotazuje má obecný tvar:

- `http://<servername>/jpg/<camera>/image.jpg`

URL JPEG streamu IP kamery značky Axis s parametrami, ktoré sú dostupné v technickej dokumentácii pre každú kameru:

- `http://<servername>/axis-cgi/jpg/image.cgi?<parameter>=<value>&<parameter>=<value>&<parameter>=<value>...`

Následne systém prijme od IP kamery odpoveď a získaný aktuálny snímok v požadovanej kompresii, rozlíšení a iných systémom nadefinovaných konfiguračných parametrov. Návratová hodnota IP kamery alebo video serveru:

- `HTTP/1.0 200 OK\r\n`  
`Content-Type: image/jpeg\r\n`  
`Content-Length: <image size>\r\n`  
`\r\n`  
`<JPEG image data>\r\n`

Tento modul bol vytvorený pre prácu s kamerami rôzneho typu na základe technickej dokumentácie ku kamerám Axis, ktorý nájdete v prílohach. Konfigurácia modulu, okrem konfigurácie všetkých potrebných parametrov pre pripojenie kamery je realizovaná pomocou jednoduchej XML databázy.

### 8.3 Logika MJPEG streamu

Tak ako JPEG modul i MJPEG je implementovaný štandardným spôsobom pomocou vlákien, tak aby splňoval všetky definované kritéria modulu pre prehrávanie MJPEG video streamu IP kamery. Je určený pre naviazanie spojenia s IP kamerou a následnému získavaniu sekvencie snímkov podľa preddefinovaných parametrov užívateľa. Sekvencia snímkov je z kamery získavaná taktiež pomocou HTTP protokolu. Okrem klasického prístupu k video serveru IP kamery umožňuje prístup i za použitia identifikačných údajov respektíve užívateľského mena a hesla.

Implementáciu prístupu k MJPEG streamu IP kamery realizujem pomocou HTTP protokolu, ktorá vyžaduje importovať menový priestor **System.Net**. Tak ako v predchádzajúcom prípade pomocou tried *WebRequest* a *WebResponse*, ktoré sú založené na princípe datových prúdov, systém vytvorí požiadavku na IP kameru so žiadosťou o sekvenciu snímkov.

URL MJPEG streamu IP kamery, na ktorý sa systém dotazuje má obecný tvar:

- `http://<servername>/mjpg/<camera>/video.cgi`

URL MJPEG streamu IP kamery značky Axis s parametrami, ktoré sú dostupné v technickej dokumentácii pre každú kameru:

- `http://<servername>/axis-cgi/mjpg/video.cgi?<parameter>=<value>&<parameter>=<value>&<parameter>=<value>...`



Po zaslaní požiadavku systém obdrží od video serveru odpoveď s tokom snímok v požadovanej kompresii, rozlíšení a iných systémom nadefinovaných konfiguračných parametrov. Rozdiel oproti JPEG streamu je v tom, že JPEG vráti len data s jedným snímkom získaný od IP kamery, pričom MJPEG stream vracia tok dát je typu „multipart/x-mixed-replace“ s JPEG snímkami, kde každý snímok je zakončený stringom <boundary>. Na základe tejto značky dokážem čítať ďalšie a ďalšie snímky v požadovaných časových intervaloch.

Návratová hodnota IP kamery alebo video serveru:

- *HTTP/1.0 200 OK\r\n*  
*Content-Type: multipart/x-mixed-replace;boundary=<boundary>\r\n*  
*\r\n*  
*--<boundary>\r\n*  
*<image>*

*pokiaľ navrhovaná <boundary> je*

*myboundary*

*a vrátené <image> pole je*

*Content-Type: image/jpeg\r\n*  
*Content-Length: <image size>\r\n*  
*\r\n*  
*<JPEG image data>\r\n*  
*--<boundary>\r\n*  
*<image>*

Tento modul bol vytvorený pre prácu s kamerami rôzneho typu na základe technickej dokumentácie ku kamerám Axis, ktorý nájdete v prílohach. Konfigurácia modulu, okrem konfigurácie všetkých potrebných parametrov pre pripojenie kamery je realizovaná pomocou jednoduchej XML databázy.

## 8.4 Ovládanie PTZ kamery

Modul PTZ control, tak ako vyplýva z názvu, slúži na ovládanie IP kamery. Komunikácia modulu s kamerou je realizovaná pomocou HTTP protokolu, kedy modul zasiela príkazy na zmenu polohy alebo zoomu obrazu v URL adrese. Taktiež si vyžaduje pracovať s menovým priestorm **System.Net**. Potom pomocou tried *WebRequest* a *WebResponse* systém pošle požiadavok na IP kameru so žiadosťou o zmenu. V module sú implementované 2 základne funkcie:

- **PAN** - príkaz „move“ pre ovládanie pohybu kamery s možnosťou ovládať kameru štyrmi smermi

1. **vľavo** - príkaz „left“
  2. **hore** - príkaz „up“
  3. **vpravo** - príkaz „right“
  4. **dole** - príkaz „down“
- **ZOOM** - príkaz „rzoom“ pre ovládanie vzdialenosti objektov v obraze, nadobúda číselné hodnoty od -9999 do 9999

URL PTZ control IP kamery, na ktorý sa systém dotazuje má obecný tvar:

- `http://<servername>/com/ptz.cgi`

URL PTZ control IP kamery značky Axis s parametrami, ktoré sú dostupné v technickej dokumentácii pre každú kameru:

- `http://<servername>/axis-cgi/com/ptz.cgi?<parameter>=<value>&<parameter>=<value>&<parameter>=<value>...`

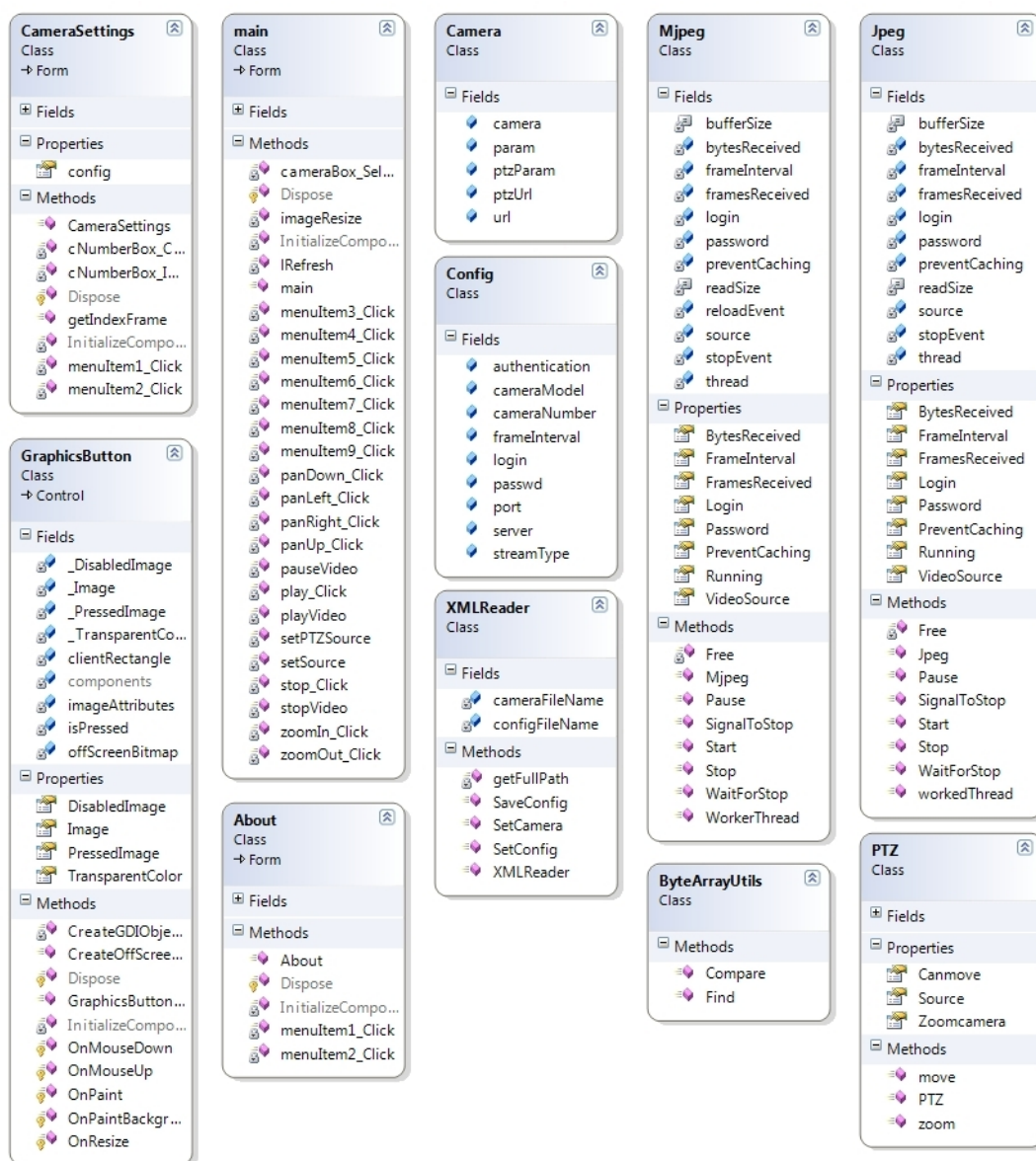
Konfigurácia modulu, okrem konfigurácie všetkých potrebných parametrov pre pripojenie kamery je realizovaná pomocou jednoduchéj XML databázy.

## 8.5 Ukládanie video streamu

Implementácia modulu pre ukladanie video streamu sa skomplikovala pre nekompatibilitu knihovny *avifil32.dll* so systémom Windows mobile, ktorá rieši zápis do kontajneru .avi. Preto som nakoniec riešil zapisovanie prijatých snímok ako samostatné obrázky s kompresiou JPEG a prednastavenom rozlíšení, ktoré sa ukladajú do zložky s preddefinovanou cestou samotným užívateľom.

## 8.6 Implementované triedy vo Visual Studio 2008 Pro

Na obrázku 8.1 uvádzam finálny model implementovaných tried v prostredí Visual Studio 2008 Profesional, ktoré vznikli nad platformou .NET Compact Framework 3.5 napísané v programovacom jazyku C#. Jednotlivé triedy a popis metód sú podrobne popísané v programátorskej dokumentácii v prílohach.



Obr. 8.1: Triedny diagram

## 9 Testovanie

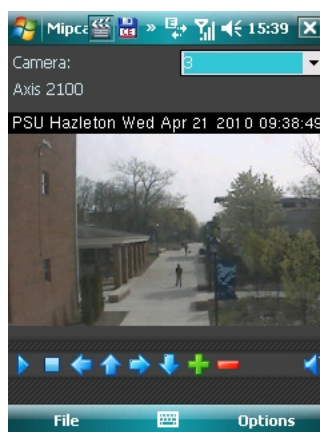
Pre testovanie aplikácie som mal k dispozícii 3 smartphony so systémom Windows mobile 6.1 a WiFi pripojením v školskej sieti na kolejích Vysokej školy báňskej - Technickej univerzity Ostrava o rýchlosti 10Mb/s a taktiež v domácej WiFi sieti s pripojením o rýchlosti 2Mb/s. Testovanie prebiehalo podľa plánovaných predpokladov a jednotlivé výsledky sú zobrazené v nižšie uvedenej tabuľke. Pod tabuľkou sú pre názornu ukážku zobrazené testovacie zariadenia so zosnímanými displejmi počas testovania, na ktorých je možné vidieť užívateľské rozhranie s práve prehrávaným video streamom, či už JPEG alebo MJPEG v štandardnom móde alebo otočenom celoobrazovkovom režime.

Test	Model		
	HTC MDA Touch	HTC TyNT	HTC Vario
Prehrávanie Jpeg	ANO	ANO	ANO
Prehrávanie Mjpeg	ANO	ANO	ANO
Fullscreen	ANO	ANO	ANO
Rotate Fullscreen	ANO	ANO	ANO
Pohyb kamery	ANO	ANO	ANO
Zoom kamery	ANO	ANO	ANO
Nastavenia	ANO	ANO	ANO
Ukládanie streamu	ANO	ANO	ANO

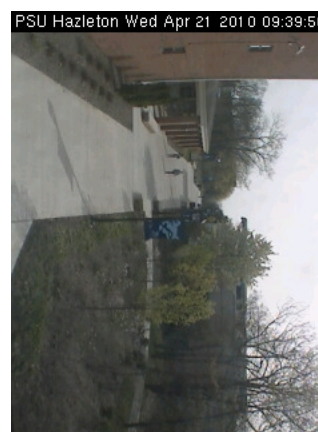
Tabuľka 9.1: Testovanie aplikácie



Obr. 9.1: HTC MDA Touch



Obr. 9.2: JPEG stream



Obr. 9.3: Rotate fullscreen



Obr. 9.4: HTC TyNT



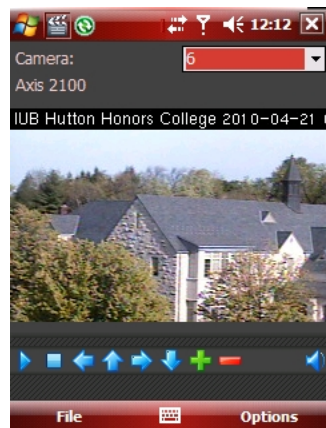
Obr. 9.5: MJPEG stream



Obr. 9.6: Rotate fullscreen



Obr. 9.7: HTC Vario



Obr. 9.8: MJPEG stream



Obr. 9.9: Rotate fullscreen

## 10 Záver

Cieľom práce bolo navrhnúť a implementovať mobilný software pre prehrávanie video streamu z IP kamier rôzneho typu na prenosnom zariadení PDA alebo smartphone. Aplikácia využíva ako aktívny prvok IP kamerový systém, ktorý nie je závislý na programovom kóde. Repertoár funkcií je obmedzený podľa požiadavkov diplomovej práce, a preto boli do softwarového diela implementované tri základné moduly pre prácu so streamovým videom, ovládanie špeciálnych funkcií IP kamier a ukladanie streamu do zariadenia.

Pretože základným požiadavkom bola flexibilita bez obmedzenia na kamerový systém, tak vývoj softwaru smeruje k ďalšiemu rozvoju funkcionality, ktorá by mohla predstavovať naväzujúcu tému na túto diplomovú prácu.

Celkový vývoj prebiehal podľa vodopádového modelu vývoja softwarového produktu od špecifikácie až po cielené testovanie.

V prvej etape boli analyzované a špecifikované požiadavky na návrh a implementáciu vychádzajúce zo zadania. Následne bola spracovaná analýza problematiky týkajúcej sa prehrávania video streamu z IP kamerového systému. Nakoniec bol systém implementovaný za použitia technológie .NET na základe návrhu architektúry systému a teoretických znalostí získaných pri analýze. Kamerové systémy využívané pri implementácii a testovaní boli prevažne voľne dostupné z internetu.

Diplomová práca splnila všetky hlavné kritéria zadania. Najväčším prínosom tejto práce je podľa môjho osobného názoru bližší náhľad do technológie streamového videa v mobilných zariadeniach a IP kamerových systémoch.

Ján Podracký

## 11 Literatúra

- [1] Andy Wigley, Daniel Moth, Peter Foot, *Microsoft Mobile Development Handbook*, Remond: Microsoft Press, 2007, vypožičaná z ústřední knihovny VŠB - TU Ostrava
- [2] Špitálský J. a kolektiv *Praktikum z lékařské biofyziky*, Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc 1997
- [3] avmania.zive.cz, Kompresce zvuku? Jen podvod na uši!,  
<http://avmania.zive.cz/Hi-Fi/Kompresce-zvuku-Jen-podvod-na-usi/sc-34-sr-1-a-1767/default.aspx>
- [4] Wikipedia - otevřená internetová encyklopédia,  
<http://www.wikipedia.org/>
- [5] kintronics.blogspot.com - H.264 Compression,  
<http://kintronics.blogspot.com/2009/10/h264-compression.html>
- [6] tvfreak.sk - Televizní normy,  
<http://www.tvfreak.sk/modules.php?name=News&file=article&sid=71>
- [7] Slovníček pojmů, Streaming,  
<http://www.streamhosting.cz/cz/podpora/slovnicek/c103>
- [8] Internet pro všechny, Přenosová média,  
<http://www.internetprovsechny.cz/clanek.php?cid=166>
- [9] Báječný svět počítačových sítí, Základy datových komunikací II, Jiří Peterka  
<http://www.earchiv.cz/b05/b0900001.php3>
- [10] site.the.cz, Počítačové sítě,  
<http://site.the.cz/index.php>
- [11] Lupa.cz, Internetové připojení,  
<http://tutorialy.lupa.cz/internetove-pripojeni/>
- [12] netcam.cz, Encyklopédia sieťového videa,  
<http://www.netcam.cz/reseni.php>
- [13] NetRex.cz Vaše třetí oko, Vše o kamerovém systému,  
<http://www.netrex.cz/cz/podpora/kamerovy-system/>
- [14] VONDRÁK, Ivo. *Úvod do softwarového inženýrství : verze 1.1*. Ostrava, 2002. 74 s. Sciptum. VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta elektrotechniky a informatiky, katedra informatiky.
- [15] Microsoft Corporation. *Microsoft Developer Network : MSDN Library*[online]. 2010 [cit. 2010-03-21]. <http://msdn.microsoft.com>
- [16] ECMA-334. *C# Language Specification*. Geneva : ECMA International, 2006. 508 s.

## **A Prílohy**

### **A.1 Príloha CD**

### **A.2 Uživateľská dokumentácia**

Samostatný dokument priložený na CD.

### **A.3 Programátorská dokumentácia**

Jednoduchá html stránka priložená na CD.

### **A.4 Technická dokumentácia pre kamery značky Axis**

Dostupná z www:

[http://www.axis.com/techsup/cam\\_servers/dev/cam\\_http\\_api\\_2\\_copy\\_with\\_overlay\\_areazoom.htm#api\\_blocks\\_image\\_video\\_jpeg\\_mjpg](http://www.axis.com/techsup/cam_servers/dev/cam_http_api_2_copy_with_overlay_areazoom.htm#api_blocks_image_video_jpeg_mjpg)

### **A.5 Rozšírený prehľad kompresných algoritmov a sieťových protokolov**

Samostatný dokument priložený na CD.